PARTIE IV Programme d'action

Président de séance : K. FOUA-BI

1

Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations

J.C. FAVIER

ORSTOM-CIQUAL, 16, rue Claude Bernard, 75005 Paris, France

Résumé

Depuis les temps les plus reculés, les transformations des céréales ont pour but de faciliter leur stockage et leur transport ainsi que de les rendre plus agréables à consommer et plus digestibles. Les procédés industriels viennent s'ajouter ou se substituer aux procédés traditionnels pour apporter un changement d'échelle de production et un gain de productivité avec, idéalement, une plus grande diversité des produits, l'amélioration de leurs qualités et de leur disponibilité ainsi que des progrès économiques et sociaux.

Malgré quelques particularités, les différentes céréales présentent de grandes similitudes en ce qui concerne la composition chimique et la valeur nutritionnelle. De plus, les constituants biochimiques se répartissent dans les diverses régions anatomiques du grain de façon similaire quelle qui soit l'identité génétique de la céréale.

C'est pourquoi les opérations technologiques qui fractionnent le grain en ses différentes régions anatomiques conduisent à des produits dont la composition évolue avec l'intensité du traitement tout en restant semblable d'une céréale à l'autre. Ainsi, pour l'ensemble des céréales, on peut dire que, très schématiquement, les farines, semoules ou grains polis sont d'autant plus concentrés en amidon et appauvris en protéines, minéraux et vitamines que le décorticage et le blutage sont intensifs; en revanche, la biodisponibilité de ces nutriments s'améliore quand la teneur en fibre diminue.

D'autres traitements, tels que ceux qui font intervenir l'action de l'eau, de la chaleur ou les termentations, peuvent modifier la composition et les propriétés physicochimiques ou biochimiques des produits.

De tous les procédés, ceux qui conservent le mieux aux céréales leur valeur nutritionnelle sont fréquemment les procédés traditionnels. En conséquence, il faut s'attacher à les reproduire ou à les remplacer, conduisant ainsi à des produits de qualité nutritive comparable.

Les traitements des céréales après récolte ont pour but de permettre leur stockage et leur transport dans de meilleures conditions, de faciliter leur utilisation, de les rendre plus agréables à consommer et plus digestibles.

Structure et composition des grains de céréales

En considérant le grain entier de diverses céréales, on constate une grande analogie dans leur composition chimique mais aussi quelques différences (Tableau I).

- Dans toutes les espèces, le grain est essentiellement glucidique avec 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement). Les céréales apparaissent ainsi comme des aliments essentiellement énergétiques : 330 à 385 kcal/100 g.
- Le taux de fibre diététique est variable (2 à plus de 30 %). Il dépend notamment de la taille du grain, les grains de faibles dimensions (petits mils) ayant une plus grande proportion d'enveloppes.
- La teneur en protéines va de 6 à 18 % dans les cas extrêmes mais se situe le plus souvent entre 8 et 13 %. Malgré cette modicité relative, les céréales réalisent souvent à elles seules un apport protidique très important en raison de leur prépondérance dans la ration de nombreuses populations. Qualitativement, ces protéines sont médiocres : l'acide aminé limitant est la lysine; dans le cas du maïs, le tryptophane présente également un grave déficit et constitue l'acide aminé limitant secondaire. La concentration des acides aminés soufrés est plus

Tableau I. Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10 % d'humidité).

		Blé	Sorgho	Mil	Maïs	Riz brur
Protéines	(g)	13	11	10,6	9,5	8,3
Lipides	(g)	1,8	3,2	4,1	4,0	1,6
Glucides disponibles	(g)	61,6	59,3	73,2	66	75
Fibre diététique	(g)	11	14,5	75,2	9	4
Calcium	(mg)	60	26	22	16	22
Phosphore	(mg)	312	330	286	220	250
Fer	(mg)	7,6	10,6	20,7	3,6	2,0
Thiamine (Vit. B ₁)	(mg)	0,35	0,34	0,30	0,33	0,36
Riboflavine (Vit. B ₂)	(mg)	0,12	0,15	0,22	0,10	0,06
Niagine (Vit. PP)	(mg)	6,1	5,3	4,7	3,1	7,0
Pyridoxine (Vit. B ₆)	(mg)	0,5			0,4	0,67
Acide panthoténique	(mg)	0,8	1,2	1,25	0,65	1,70
Biotine	(mg)	7			6	12
D'après F A.O., 1970, [4].						

élevée que dans les légumineuses, d'où l'intérêt de l'association des céréales et des légumineuses qui se supplémentent ainsi mutuellement.

- Les lipides sont relativement peu abondants mais ils sont extrêmement intéressants par la forte proportion des acides gras polyinsaturés.
- Les céréales sont peu minéralisées : la teneur en phosphore est élevée, celle du calcium est faible (sauf pour l'éleusine), et ne suffit pas à neutraliser tout l'acide phytique. L'acide phytique insolubilise également Mg, Zn, Fe.
- A l'exception du maïs jaune et de certains mils qui contiennent des caroténoïdes actifs, les céréales n'ont pas d'activité vitaminique A. La vitamine C fait défaut également. Les germes sont riches en vitamine E. Les vitamines du groupe B sont présentes (à l'exception de la vitamine B₁₂, mais décorticage et blutage en éliminent une bonne partie.

Structure du grain (fig. 1, Tableau II)

Composition des différents organes (fig. 2, Tableau III)

Les couches externes (péricarpe et testa) sont caractérisées essentiellement par leur teneur

- non négligeable en protéines (7 %), lipides (2 %), minéraux et vitamines du groupe B (à l'exception de la vitamine B₁₂ absente du règne végétal)
- très élevée en fibre (ou glucides pariétaux ou glucides indigestibles : cellulose, hémicelluloses, lignine qui n'est pas un glucide proprement dit). Rappelons que la fibre joue un rôle physiologique important en permettant la progression normale du bol alimentaire dans le tube digestif et en favorisant certains métabolisme (cholestérol, triglycérides). Mais elle joue aussi un autre rôle très important en diminuant la digestibilité des autres constituants de la ration, notamment les protéines.

La testa de certains sorghhos pigmentés est riche en polyphénols (tanins), ce qui accroît leur résistance aux oiseaux et aux intempéries. Mais les tanins diminuent la digestibilité des protéines et du fer en se liant à eux pour former des complexes indigestibles. Par ailleurs, en colorant les farines et semoules, ils les rendent inacceptables ou moins acceptables par les consommateurs.

La couche d'aleurone est extrêmement riche du point de vue nutritionnel. Ainsi, dans le cas du blé (fig. 2), bien que constituant seulement 6 % du poids du grain, elle contient à elle seule

- 16 à 20 % des protéines du grain entier
- 31 % des lipides
- 58 % des minéraux
- 32 % de la thiamine (vitamine B₁)
- 37 à 82 % des autres vitamines du groupe B (B₂, B₆, PP, acide pantothénique).

En raison de sa concentration élevée en nutriments nobles, la couche d'aleurone est parfois appelée «couche merveilleuse». Mais il faut savoir qu'elle contient aussi une quantité notable d'acide phytique (insolubilisant des protéines et des minéraux tels que Ca, Mg, Fe, Zn) et des fibres qui diminuent la digestibilité des constituants de la ration. D'un point de vue histologique, la couche d'aleurone appartient à l'albumen mais, comme elle adhère fortement aux enveloppes extérieures, elle suit ces dernières lors du décorticage pour constituer le son.

Le germe est riche en minéraux, protéines, lipides et vitamines. Selon les céréales, il contient à lui seul une grande partie, parfois la plus grande partie des lipides et de la vitamine E liposoluble. Le scutellum est très riche en thiamine.

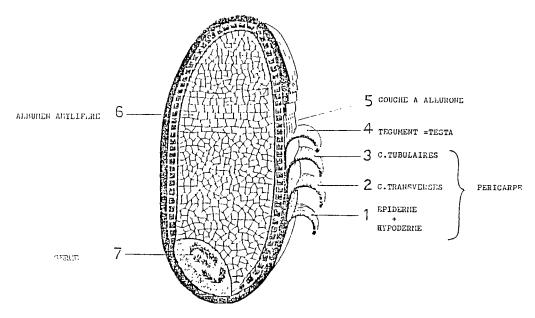


Figure 1. Structure du grain de céréale.

	Blé	Sorgho	Maïs	Riz	Mil
Albumen	82	82	83	90	60
Germe scutellum	3	10	11	4	. 40
Enveloppes couche à aleurone	15	8	6	6	

Tableau II. Structure des grains de céréales (% grain entier).

L'albumen est la partie du grain la plus importante en volume et en poids : 60 à 90 %.. Il contient principalement de l'amidon; ses teneurs en protéines, lipides, minéraux et vitamines sont plus faibles que celles du germe et des enveloppes. De plus, la qualité nutritionnelle de ses protéines est inférieure à celle des protéines des parties périphériques du grain.

Influence des traitements technologiques

Les connaissances sur la structure et la composition biochimique des céréales permettent de mieux comprendre leur comportement à l'égard des traitements technologiques et l'influence de ces derniers sur la composition et la valeur nutritionnelle des dérivés céréaliers.

Valeur nutritive des céréales au cours de leurs transformations

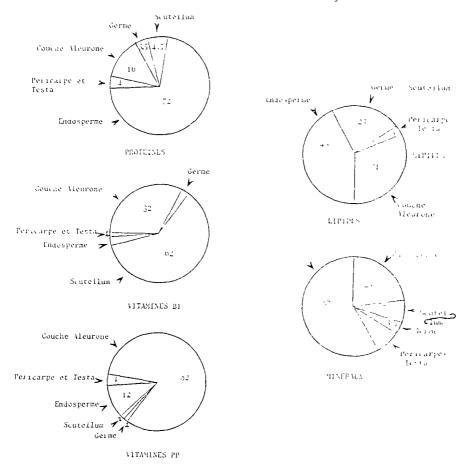


Figure 2. Distribution des nutriments au sein du grain de blé

Tableau III. Composition de diverses fractions du grain de sorgho (pour 100 g)

		Grain entier	Albumen	Germe	Son
Protéines	(g)	12,3	12,3	18,9	6,7
Lipides	(g)	3,6	0,6	28,0	4,9
Amidon	(g)	73,8	82,5	13,4	34,6
Cendres	(g)	1,65	0.37	10,4	2,0
Riboflavine	(mg)	0,13	0,09	0,40	0,40
Niacine	(mg)	4,5	4.4	8.1	4.4

Séchage, battage, vannage, stockage

Le séchage permet la conservation en stoppant (ou en ralentissant fortement) le développement des microorganismes et, dans le cas des grains entiers, les phénomènes de respiration et de germination. Séchage, battage et vannage, en réduisant le poids et le volume des produits, facilitent leur stockage, leur manutention et leur transport. Parfois les céréales ne sont pas battues avant le stockage car les enveloppes qui les entourent sont une protection contre l'attaque des insecte (maïs).

Il convient de noter:

- les effets d'un séchage au soleil trop poussé qui craquelle les grains de riz (cas fréquent en Afrique)
- les pertes de certaines vitamines (thiamine, riboflavine) par séchage au soleil (rayon UV, température, oxygène de l'air); ce phénomène se retrouve aussi lors du séchage au soleil des farines, semoules, couscous, galettes, etc.
- les pertes de vitamines et les diminutions de valeur biologique des protéines au cours de la conservation en fonction de la température et de la durée.

Décorticage et mouture

L'usage alimentaire des céréales présente un double écueil : si on consomme la farine de mouture intégrale, c'est-à-dire la céréale entière, la présence d'une quantité importante de fibre, d'acide phytique et parfois de tanins (cas de certains sorghos) entraîne une nette diminution de la digestibilité de l'ensemble de la ration et, par la même, la perte notable de nutriments essentiels : protéines, nunéraux, vitamines. En revanche, si l'on raffine à l'extrême la farine pour obtenir un produit correspondant au seul albumen, on consomme un aliment très énergétique car riche en amidon, d'une digestibilité élevée, mais appauvri en protéines, minéraux et vitamines. De plus, comme les protéines de haute valeur biologique se trouvent dans l'assise à aleurone, la farine très raffinée est appauvrie quantitativement et qualitativement (fig. 3 et 4; Tableau III). On a donc le choix entre consommer les céréales entières et mal les digérer ou bluter leur farine et perdre ainsi des nutriments nobles. Les deux extrêmes existent en pratique. Par exemple, pour la consommation de céréales entières, dans les cas suivants :

- maïs en Afrique, car les enveloppes du grain sont peu abondantes; les garder ne modifie pas sensiblement les qualités organoleptiques et nutritives de la farine;
- mils et sorghos consommés sous forme de farine intégrale, de couleur souvent très foncée, par des populations de montagnards du Nord-Cameroun. Les faibles superficies cultivables et les maigres ressources dont elles disposent les amènent, par économie, à ne pas rejeter le son. Bien que cette pratique alimentaire soit observée depuis des générations, il ne semble pas qu'il se soit produit une adaptation physiologique de l'organisme à la présence d'importantes quantités de fibre, de polyphénols et d'acide phytique pour en réduire les effets antinutritionnels [14, 15].
- riz brun (ou riz cargo ou riz décortiqué), simplement débarrassé de ses glumes et glumelles (balle). Notons ici que ce qu'on appelle décorticage du riz se limite à l'élimination de la balle pour aboutir au riz brun (ou riz cargo) encore pourvu de son péricarpe et du tégument séminal. L'élimination de ces derniers est appelé blanchiment ou polissage (le décorticage + le blanchiment étant communément désignés sous le terme d'usinage).

La consommation de céréales extra-blanches, très raffinées, existe aussi : riz très blanchi, «kourou» de sorgho, farine de blé à très faible taux d'extraction... Entre les deux extrêmes, la

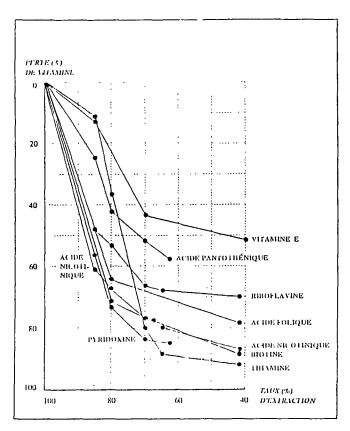


Figure 3. Relation entre le taux d'extraction et l'appauvrissement d'une farine en vitamines (d'après Moran, 1959 [22].

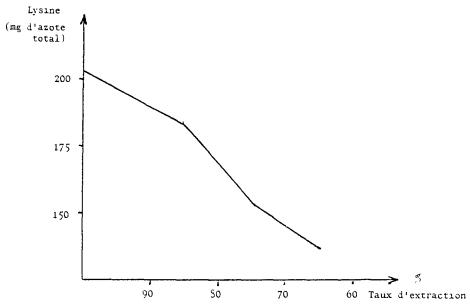


Figure 4. Relation entre taux d'extraction de la farine de blé et taux de lysine de ses protéines (d'après FAO, 1970), [4].

solution la plus souhaitable consisterait à n'éliminer que les enveloppes lignifiées en gardant l'assise à aleurone. Mais en raison de l'adhérence des couches entre elles et à l'albumen, il est toujours difficile de séparer de façon progressive et nette les diverses fractions du grain. Le décorticage s'accompagne toujours du bris d'une certaine proportion des grains. Leurs fragments, y compris des germes, sont alors souvent éliminés avec le son. Selon les céréales et les sociétés, les procédés utilisés sont différents. Ils conduisent à des produits plus ou moins raffinés, dont la composition varie selon la nature et les proportions des fractions qu'ils contiennent.

Procédé traditionnel par pilonnage: mil, sorgho

Selon les disponibilités alimentaires, le décorticage est plus ou moins complet et il conduit à une farine plus ou moins blanche. Les taux d'extraction de farine généralement observés sont voisins de 70-75 % permettant d'éliminer (Tableau IV):

- les 2/3 de l'acide phytique
- plus de 70 % des glucides indigestibles du grain initial, tout en récupérant dans la farine :
 - les 3/4 de la valeur énergétique,
 - 70 % des protéines,
 - 35 % des lipides,
 - 59 % du calcium,

mais seulement 30 à 40 % des vitamines du groupe B.

Le pilonnage modéré du riz détache d'abord surtout les balles et fournit un riz décortiqué de couleur brune, encore pourvu de la plus grande partie du péricarpe et du tégument séminal. Ce riz brun a une valeur nutritionnelle intéressante car il est déjà débarrassé d'une partie des glucides indigestibles tout en conservant une bonne part de l'assise à aleurone et du

Tableau IV. Décorticage et broyage traditionnels du sorgho (pourcentage de récupération par rapport au sorgho initial)

	Son	Farine (extraction = 70-75 %)	Farine lavée (extraction = 50 %)
Energie métabolisable	12	75	51
Protéines	20	69	41
Lipides	35	35	13
Indigestible glucidique	65	28	12
Ca	23	59	10
P. total	35	41	8
P. physique	39	36	9
Thiamine (Vit. B ₁)	35	40	5
Riboflavine(Vit. B ₂)	33	33	23
Niacine (Vit. PP)	39	30	13
D'après Favier, 1977 [16].			

scutellum riches en protéines et vitamines. La consommation de ce riz n'est pas béribérigène car il conserve une teneur notable en thiamine..

Le blanchiment du riz peut être obtenu en poursuivant le pilonnage : on obtient un riz plus blanc, encore plus dépourvu de fibre, mais appauvri en nutriments nobles (protéines, vitamines, minéraux) et renfermant de plus en plus de grains cassés.

Étuvage du riz

C'est un procédé d'origine indienne, très ancien et très connu, qui a de nombreux avantages. Il comporte 3 stades distincts :

- trempage du riz paddy dans l'eau pendant 48 à 72 heures afin de porter son taux d'humidité aux environs de 30 %;
- passage du paddy égoutté mais gonflé d'eau pendant environ 1 heure à la vapeur, jusqu'à ce que la balle commence à se fendre et que le grain devienne tendre;
- séchage, souvent au soleil, pour ramener le taux d'humidité aux environs de 14 % et redonner au grain sa dureté.

Les avantages sont nombreux et importants :

- la valeur nutritive du riz étuvé est supérieure à celle du riz non étuvé, pour un même degré d'usinage car, pendant l'étuvage, une partie des vitamines et des sels minéraux diffuse dans l'albumen et ne sera pas éliminée avec le son;
- la balle étant fendue, le temps et l'énergie nécessaires pour effectuer le pilonnage ou l'usinage sont sensiblement réduits;
- le rendement à l'usinage est meilleur car les grains durcis se brisent moins facilement, en particulier lors du pilonnage à la main;
 - les grains durcis se conservent mieux et sont plus résistants à l'attaque des insectes;
- le riz étuvé donne de meilleurs résultats à la cuisson car il gonfle bien, absorbe plus d'eau sans devenir collant et il abandonne moins de particules solides dans l'eau de cuisson (ce qui est une qualité supplémentaire sur le plan nutritionnel).

Les modalités de l'étuvage traditionnel sont nombreuses suivant les régions et les sociétés. On le rencontre dans certains pays d'Afrique de l'Ouest. En raison de ses avantages, il est important d'encourager sa pratique. Même au Sahel, où pourtant le combustible fait défaut, l'utilisation de ce procédé est souhaitable car il permet d'obtenir un riz usiné de bonne qualité à partir d'un paddy desséché et craquelé par le soleil.

Divers procédés d'étuvage faisant appel à un matériel simple et disponible dans les pays en développement ont été mis au point [8].

Broyage traditionnel à la meule

Le broyage des grains peut être effectué entre deux pierres : meule tournante ou meule dormante. Cette dernière se rencontre en Afrique au sud du Sahara. Elle est utilisée pour la mouture sèche ou pour la mouture par voie humide. La mouture du sorgho par voie humide à la meule dormante conduit, dans certains cas (kourou du Cameroun), à une farine lavée et décantée plusieurs fois dans l'eau, de sorte que son taux d'extraction (Tableau IV) ne dépasse pas 50 %, avec environ 90 % de la fibre et de l'acide phytique éliminés, mais aussi des pertes de :

- 60 % des protéines
- 90 % du calcium et 92 % du phosphore total
- 95 % de la thiamine
- 77 % de la riboflavine
- 87 % de la niacine.

La préparation de cette farine de sorgho par lavage à l'eau, telle que nous l'avons observée au Cameroun, comporte un véritable lessivage des éléments nutritifs et conduit à un gaspillage considérable.

Procédés mécaniques de décorticage et de mouture

Le décorticage et le blanchiment du riz sont maintenant effectués, de plus en plus souvent, par divers types d'appareils mécaniques. Si ces machines ont l'avantage de soulager les ménagères d'un travail pénible, elles présentent souvent l'inconvénient d'effectuer un usinage excessif avec faible rendement de grains entiers et pertes élevées de nutriments nobles dans le son et les germes, d'où des risques de carence, notamment en thiamine.

La forme des grains de sorho et de mil rend possible leur décorticage par abrasion. Mais les moulins mécaniques sont utilisés le plus souvent pour écraser le sorgho préalablement décortiqué par pilonnage ou le maïs.

Les mesures effectuées au Cameroun [16] ont montré que le broyage au moulin à moteur provoque, par échauffement, la perte de 40 % de la thiamine initialement présente dans le sorgho décortiqué soumis à broyage.

Les moulins mécaniques sont utilisés également pour le broyage à sec du maïs et du sorgho entier, non décortiqué. Mais en raison de sa friabilité, le son de sorgho est réduit en particules de dimensions comparables à celles de la farine et il n'est plus possibles de les séparer par simple tamisage. Par ailleurs, la mouture à sec du sorgho par moulin à moteur nécessite plus d'énergie, d'où un coût plus élevé et, sans doute aussi, un échauffement plus important avec des conséquences fâcheuses sur les vitamines.

En résumé, le décorticage et la mouture entraînent des pertes considérables lorsque le son et les germes sont éliminés. Les pertes de nutriments vont croissant avec le taux de blutage et il est nécessaire de trouver un compromis entre la qualité organoleptique, la commodité d'emploi et la valeur nutritive (fig. 3 et 4).

Cuisson

Les effets de la cuisson ménagère sur la composition des dérivés céréaliers africains n'ont pas fait l'objet de nombreux travaux. Mais tout porte à croire que les modifications apportées aux aliments sont les mêmes que celles qui se produisent sous d'autres climats, à savoir :

- gonflement et gélification de l'amidon qui devient ainsi très rapidement attaquable par les enzymes digestives;
- solubilisation dans l'eau de cuisson de matières minérales et de vitamines hydrosolubles qui sont perdues si l'eau de cuisson est rejetée;
- destruction de thiamine de l'ordre de 10 à 20 %; les autres vitamines présentes étant moins sensibles [16]. La destruction est d'autant plus importante que la température est plus élevée, le temps de chauffage prolongé, le pH élevé et que des ions de métaux lourds viennent catalyser les réactions. Mais il est à noter qu'en Afrique, généralement, les temps de cuisson sont relativement courts et que l'eau de cuisson, utilisée en faible quantité, est rarement rejetée. La destruction est souvent plus importante après la cuisson si le plat est maintenu au chaud pendant longtemps.
- à plus hautes températures, par exemple au four lors de la cuisson de pains, biscuits, galettes, des nutriments précieux peuvent subir des dommages, notamment la thiamine ainsi que la lysine qui donnent avec les sucres réducteurs des complexes inutilisables par l'organisme (R. de Maillard).

Cuisson alcaline du maïs

Elle favoriserait la transformation en niacine des faibles quantités de tryptophane que contient le maïs, ce qui expliquerait la faible incidence de la pellagre dans les populations mexicaines qui pratiquent ce procédé sous le nom de nixtamalisation [12, 20].

Autres procédés de cuisson

La préparation de céréales soufflées ou éclatées, ainsi que la cuisson-extrusion ont des effets dommageables sur la lysine (R. de Maillard) et les vitamines, en particulier la thiamine. La cuisson-extrusion diminuerait aussi l'indigestibilité de la fibre. La quantité de lysine rendue indisponible est d'autant plus importante que la température d'extrusion est plus élevée et le taux d'hydratation plus faible. Les pertes de méthionine et de cystéine seraient sensibles également, celles du tryptophane ne se produisant qu'à température très élevée (210° C). Les pertes de vitamines sont d'autant plus élevées que la température d'extrusion et le cisaillement sont importants [18].

Fermentation

Les aliments préparés par fermentation à partir de produits céréaliers sont nombreux dans le Monde.

- 1. Rappelons que la fermentation panaire ne peut être utilisée avec les farines de mil, sorgho, maïs ou riz qu'à la condition que ces dernières soient mélangées en proportions relativement faibles avec des farines panifiables ou que soient employés des additifs ou des modifications de l'amidon.
- 2. Des fermentations se produisent fréquemment sur les produits humides (farines, semoules, couscous, bouillies, pâtes...) dès qu'ils sont laissés de quelques heures à plusieurs jours à température ambiante. Il s'agit généralement de fermentations lactiques qui font naître un goût aigrelet accompagné d'arômes particuliers souvent appréciés et recherchés. D'un point de vue biochimique, on observe des modifications de taux de vitamines du groupe B variables selon les microorganismes en présence. On observe fréquemment des synthèses de thiamine et de riboflavine mais il peut y avoir aussi, au contraire, consommation de vitamines par les microorganismes.
- 3. Les boissons alcooliques fabriquées à partir de céréales sont multiples. Citons pour les régions chaudes : le «saké» ou bière de riz en Asie et les nombreuses bières de maïs, sorgho ou mil en Afrique. Les fermentations qui interviennent au cours de la fabrication de ces boissons entraînent des modifications extrêmement importantes de la composition aussi bien lors de la phase de germination (maltage) que de la phase de fermentation alcoolique proprement dite. On observe :
- la transformation d'une partie de l'amidon en sucres fermentescibles puis en alcool et gaz carbonique;
 - la libération d'acides aminés à partir des protéines;
- la perte ou la synthèse de vitamines du groupe B selon les microorganismes impliqués, la phase de fabrication et les modalités des procédés de préparation. Ainsi, lors de la fabrication de la bière de sorgho au Cameroun [13], on retrouve dans le produit final tel que consommé 45 % de riboflavine de plus que dans le grain de sorgho initial et 59 % de plus de thiamine. La préparation, toujours dans la même région, d'une autre boisson alcoolique à partir du sorgho se traduit en moyenne par un gain de riboflavine de 30 % alors que la thiamine supporte

une perte de 35 % et la niacine une perte de 13 %. Selon certains auteurs (Périssé 1959, [13]), la vitamine B₁₂, absente du règne végétal, serait même synthétisée au cours de la fabrication de la bière de mil.

Lorsqu'on fait le bilan général de la fabrication de ces boissons, on constate globalement que [16]:

- on ne récupère dans la boisson que 30 à 56 % de la valeur énergétique de 20 à 40 % des matières azotées du sorgho initial; du point de vue de la valeur énergétique et des protéines, il est donc plus intéressant de consommer le sorgho sous forme de farine;
- sur le plan minéral, les rendements de la fabrication de boissons alcooliques et de farine se valent;
- sur le plan vitaminique, la transformation en bière est nettement plus avantageuse que la consommation sous forme de farine en ce qui concerne les vitamines B_1 , B_2 et B_{12} .

Extraction industrielle des dérivés de céréales

Depuis quelques décennies, les céréales sont utilisées par les pays industriels comme sources de constituants purs exploités pour leurs propriétés dites fonctionnelles ou pour préparer des aliments de composition bien contrôlée. Il s'agit de récupérer les constituants du grain dans un état suffisamment pur pour pouvoir les utiliser séparément. C'est surtout le maïs qui est exploité ainsi, mais aussi, de plus en plus, le blé et, aux USA, le sorgho [17].

Conclusions

Les procédés traditionnels de transformation des céréales présentent un certain nombre d'avantages et d'inconvénients. Il est difficile de dire si les techniques plus modernes leur sont préférables. Ainsi, on ne peut que se féliciter des procédés de blutage au pilon et au mortier qui laissent à la farine plus de nutriments nobles (protéines, minéraux, vitamines) et une proportion de fibres plus raisonnable que ne le font les techniques mécanisées. Mais les procédés traditionnels sont souvent longs, fastidieux, fatigants et contraignants pour la ménagère. Les cuissons sont généralement courtes par manque de combustible; on ne peut donc leur reprocher de détruire les vitamines; les fermentations ont le mérite d'enrichir les aliments en certaines vitamines, notamment en riboflavine qui fait souvent défaut dans les rations africaines. La consommation des bières de mil, sorgho ou maïs contribue à accentuer le déficit en céréales des pays du Sahel, mais elle apporte de précieuses vitamines (B2, B12) et tient un rôle social important. Enfin, l'étuvage du riz est un procédé intéressant tant sur le point nutritionnel que technologique.

Références

Ouvrages généraux

- 1. Adrian J, Jacquot R. (1964). Le sorgho et les mils en alimentation humaine. Vigot, Paris.
- 2. Bender AE. (1978). Food processing and nutrition. Academic Press, London.
- 3. Campbell-Platt G. (1987). Fermented food of the World. Butterworths, London.

- 4. FAO. (1970a). Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. FAO, Rome.
- FAO.(1970b). Teneur des aliments en acides aminés et donnecs biologiques sur les proteines. FAO. Rome
- 6. FAO.(1984). Pertes de qualité des graines alimentaires après la récolte Etude FAO Alimentation et Nutrition n° 29. FAO. Rome.
- FAO. (1983). Traitement et stockage des céréales vivrières par les ménages ruraux. Bull Services agric FAO nº 53. FAO, Rome.
- 8. FAO.(1986). L'étuvage du riz. Bull Service agric FAO n° 56. FAO, Rome.
- 9. Fondation RONAC. (1987). Les apports du blé et des aliments céréaliers dans l'équilibre alimentaire. Fondation RONAC, Paris.
- 10. Hulse JH. (1980). Polyphenols in cereals and legimes. Int Dev Res Centre, PO Box 8500 Ottawa.
- SCET-Agri. (1982). Technologie des céréales traditionnelles dans les pays du Sahel. Son rôle dans l'autosuffisance alimentaire. Les corollaires technologiques nº 184, Ministère de la Coopération, Paris.

Articles originaux

- Bressani, Paz, Scrimshaw. (1958). Chemical changes in corn during preparation of tortillas. Agric Food Chem.
- 13. Chevassus-Agnès S, Favier JC, Joseph A. (1976). Technologie traditionnelle et valeur nutritive des bières de sorgho du Cameroun. Cah Nutr Diététique; II, 89-104.
- 14. Cornu A, Delpeuch F. (1981). Effect of fiber in sorghum on nitrogen digestibility. Am J Clin Nutrition; 34: 24-54.
- 15. Cornu A, Delpeuch F. (1986). Effets de l'ingéré en fibres alimentaires sur la digestibilité des lipides chez une population africaine consommatrice de sorgho. Ann Nutr Metabolism; 30 : 227-232.
- Favier JC. (1977). Valeur alimentaire de deux aliments de base africains: le manioc et le sorgho. Trav et Doc ORSTOM, Paris.
- 17. Godon B. (1986). Transformation: industries de cuisson et industries de fractionnement. In: Fondation Française pour la Nutrition. Dossier Céréales: Conditions de production et de transformation des céréales et qualité nutritionnelle. Bull. nº 30, Fondation Française pour la Nutrition, Paris.
- 18. Guérivière (de la) JF, Mercier C, Baudet L. (1985). Incidences de la cuisson-extrusion sur certains paramètres nutritionnels de produits alimentaires notamment céréaliers. Cali Nutr Diét; 20, (3): 201-210.
- 19. Hubbard JE, Hall HH. (1950). Cereal Chem; 27: 415.
- 20. INCAP. (1972). Nutritional improvement of maize. INCAP, Guatemala.
- 21. Michel JC (1980). Utilisation potentielle du sorgho dans un système intégré de mouture et de pastification. In: L'amélioration des systèmes post-récoltes en Afrique de l'Ouest. Agence de coopération culturelle et technique, Paris.
- Moran T. (1959). Nutritional significance of recent work on wheat, flour and bread. Nutr Abstr Rev;
 1-16

2

Les produits céréaliers dans l'alimentation de sevrage du jeune enfant en Afrique

J.C. DILLON

Institut national agronomique de Paris-Grignon, 78850 Thiverval Grignon, France

Résumé

Dès l'âge de 4 à 6 mois, le lait maternel devient insuffisant pour assurer seul la croissance du nourrisson et il faut recourir à des sources de calories complémentaires.

Traditionnellement, la mère introduit les bouillies de céréales à base de mil, sorgho, riz ou maïs selon les régions. Toutefois, après cuisson, ces bouillies présentent une forte viscosité et il est nécessaire de les diluer avant de les administrer à l'enfant.

Du fait de cette dilution, les bouillies de sevrage ont une densité calorique insuffisante pour couvrir les besoins énergétiques de l'enfant d'où risque de malnutrition.

Pour réduire la forte hydrophilicité de l'amidon de céréales à la cuisson, et ainsi augmenter la densité calorique des bouillies de sevrage, on peut avoir recours à la précuisson de la farine voire à la cuisson-extrusion. Ces technologies, bien au point, n'ont eu jusqu'ici que peu d'impact sur la malnutrition de l'enfant en Afrique.

L'expérience acquise dans de nombreux pays a conduit l'UNICEF à préconiser le recours à des techniques simples utilisables par la mère au village tout particulièrement la fermentation des céréales et la germination des graines de céréales.

La fermentation est utilisée traditionnellement dans de nombreux pays («Ogi» au Nigéria, «Uji» au Kenya, «Kenkey» au Ghana...), cette fermentation lactique permet d'obtenir un porridge à saveur acide bien accepté par les enfants.

La germination des graines permet une pré-hydrolyse des grains d'amidon grâce à la richesse en amylase de l'embryon. Il est également possible d'obtenir le même résultat par adjonction à la bouillie d'une petite quantité de farine germée.

A la lumière des résultats récents, on discutera les avantages respectifs de ces techniques et ce que l'on peut en attendre dans la lutte contre la malnutrition du jeune enfant lors du sevrage.

Introduction

Les produits céréaliers ont, de tout temps, constitué en Afrique la source d'alimentation complémentaire permettant au nourrisson de franchir la période difficile du sevrage : c'est-à-dire du passage d'une alimentation lactée exclusive, liquide, à une alimentation diversifiée, solide.

C'est au 5^e-6^e mois, alors que la quantité de lait maternel devient insuffisante et ne permet plus de satisfaire les besoins de l'enfant, que la mère africaine introduit les bouillies de sevrage; c'est ainsi qu'au Sénégal, elle prépare une bouillie de mil ou de sorgho, cuite à l'eau, appelée «rouye», ou une bouillie de riz.

C'est alors que l'enfant, jusque-là vif et enjoué, au rythme de croissance harmonieux, présente un ralentissement de sa courbe de croissance, et dans les cas limites où la mère ne nourrit plus ou presque plus, qu'apparaissent des signes de malnutrition protéino-énergétique.

A quoi relier cette malnutrition?

Doit-on incriminer une carence en protéines et en acides aminés : on sait que les céréales ont une teneur faible en lysine, acide aminé essentiel et que, de ce fait, la valeur biologique des protéines de céréales est bien inférieure à celle des protéines animales ?

En réalité, on le sait aujourd'hui, l'enfant est victime avant tout d'une carence en énergie : la teneur en calories par unité de volume de ces bouillies est trop faible, aussi faudrait-il lui donner un volume considérable de bouillie au cours de la journée pour couvrir ses besoins en énergie, ce que la capacité de l'estomac ne permet pas.

Je vous propose d'analyser la nature de ce phénomène afin de dégager des solutions adaptées pour éviter que le jeune enfant africain nourri de bouillies de céréales ne soit pas exposé à la malnutrition et à ses conséquences.

Examinons la nature physique d'une bouillie.

Pour qu'une bouillie soit acceptable pour le jeune enfant, elle doit avoir une consistance optimale : ni trop fluide, ni trop épaisse. Cette viscosité se mesure en poise grâce à un viscosimètre et l'on admet que la viscosité optimale, permettant une déglutition facile chez le nourrisson est de 1 600 centipoises.

Voici comment évolue la viscosité d'une bouillie à base de pomme de terre, de maïs et de blé lors de la cuisson, puis lors du refroidissement (précisons que ces 3 bouillies ont une même densité calorique, fixée ici à 113 Kcal pour 100 ml) (fig. 1).

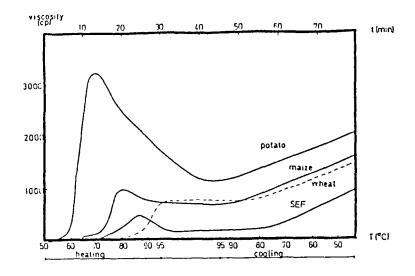
En élevant la température, les grains d'amidon changent d'aspect, c'est le phénomène d'empesage : les grains gonflent, fixent de l'eau, d'où une augmentation de la viscosité (en particulier pour l'amidon de pomme de terre). Lorsque la température dépasse 80 °C, ils se dispersent dans le milieu : l'amylose et l'amylopectine passent en solution colloïdale, aussi la viscosité diminue-t-elle. Lors du refroidissement, le système se gélifie, formant une structure tridimensionnelle, et la viscosité augmente à nouveau.

Remarquez que selon l'origine végétale de l'amidon, ces phénomènes varient considérablement.

Remarquez également que la viscosité d'une bouillie de maïs à 40 °C, qui est la bonne température pour l'enfant, est supérieure à 1 600 centipoises; la bouillie est trop épaisse pour être administrée telle quelle. La mère va donc devoir la diluer. Résultat : le produit final a une densité calorique encore plus faible (on passe de 113 Kcal à 50 Kcal/100 ml en moyenne).

Comment faire pour augmenter la densité calorique de ces bouillies de céréales ?

Deux possibilités soit en réduisant le gonflement des grains d'amidon, soit en modifiant la structure des grains d'amidon de telle façon qu'ils absorbent moins d'eau lors de la cuisson.



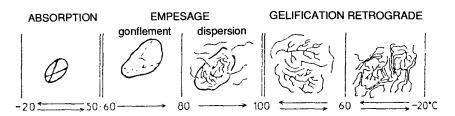


Figure 1. Viscosité des bouillies de céréales en fonction du traitement thermique subi.

Il est, en effet, possible de réduire le gonflement des grains par adjonction de lipides : les graisses diminuent la viscosité et, en outre, apportent des calories sous forme concentrée.

Quant à modifier la structure des grains d'amidon pour les rendre moins hydrophiles, il est possible de réaliser une pré-hydrolyse de l'amidon de plusieurs manières.

Je ne ferai qu'évoquer ici des techniques sophistiquées telles que la cuisson-extrusion ou la pré-cuisson de la farine de céréales sur cylindres chauffés par laquelle on fabrique des farines infantiles dites instantanées : ces techniques sont trop coûteuses.

Je voudrais insister sur deux techniques simples, bon marché, acceptées par les mères et qui permettent d'obtenir des farines de sevrage de haute densité calorique et de faible visco-sité faisant appel à des méthodes traditionnelles. Ces deux techniques sont la fermentation et la germination des céréales.

Fermentation des céréales

Les produits céréaliers fermentés sont employés de longue date dans l'alimentation en Afrique; c'est le cas de *l'ogi* au Nigéria qui est un porridge acide à base de maïs, de *l'uji* au

Kenya fait à base de sorgho, de mil ou de manioc, et du kenkey au Ghana pour n'en citer que quelques-uns.

Arrêtons-nous quelques instants au mode de préparation de l'ogi, très largement consommé au Nigéria. Les grains de maïs, après lavage, sont laissés à tremper pendant un jour ou deux dans une eau tiède. Après égouttage, les grains sont écrasés au mortier. Ensuite, on filtre sur tamis afin d'éliminer les enveloppes et le germe. On laisse sédimenter le filtrat et le sédiment est mis à fermenter à 30-32 °C pendant 1 à 3 jours, ce qui le rend acide, (fig. 2).

La cuisson de l'ogi produit un porridge (appelé pap) qui constitue un aliment de sevrage employé dès l'âge de 7 mois au Nigéria. Il s'agit donc d'une fermentation acide qui se déroule spontanément sans addition de ferment. Ce sont les micro-organismes présents à la surface du grain de mais qui induisent la fermentation. Cette fermentation de type lactique est due surtout à Lactobacillus plantarum, à un Corynebacterium et à Saccharomyces cerevisiae.

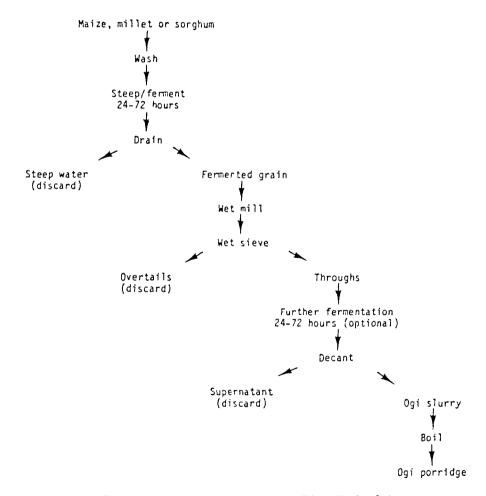


Figure 2. Diagramme de préparation traditionnelle du «Ogi».

Avantages de la fermentation

Outre ses qualités organoleptiques très appréciées de enfants et des adultes au Nigéria, l'ogi présente une faible viscosité en raison de l'hydrolyse partielle de l'amidon qui s'est opérée en cours de fermentation. En outre, et de ce fait, la digestibilité de l'ogi est supérieure à celle du maïs. Ces qualités le rendent intéressant chez l'enfant malade, sans appétit, qui accepte en général mieux ce porridge de maïs acide.

Mais surtout la densité calorique est presque doublée par fermentation; en effet, pour obtenir une consistance acceptable, on ne peut guère dépasser 12 g de produit sec pour 100 ml, alors que l'on peut utiliser 20 g de farine fermentée de sorte que de 48 kcal, on passe à 85 kcal pour 100 ml.

Bien que les conditions de préparation de ces porridges semblent favorables au développement de bactéries pathogènes, il n'en est rien : soit que l'acidité du milieu s'oppose à la pullulation microbienne, soit que certains composés chimiques produits en cours de fermentation (acides butyrique, propionique, acétique) aient une activité anti-microbienne. Il a même été démontré, en Tanzanie et en Indonésie, que ces porridges acides jouaient un rôle favorable au cours des diarrhées de l'enfant.

Inconvénients de la fermentation

Toutefois, la préparation de ces bouillies fermentées demande beaucoup de travail de la part de la femme : l'ogi est préparé 2 à 3 fois par semaine, aussi constate-t-on une désaffection vis-à-vis de ces produits. Désaffection que favorise l'urbanisation et peut-être aussi une certaine influence occidentale qui n'encourage pas la consommation des produits fermentés (à l'exception du yaourt...). En réalité, l'inconvénient nutritionnel de l'ogi réside dans le maïs lui-même, dont la teneur en protéines et en particulier en lysine et en tryptophane est faible. De plus, les différentes opérations de mouture, de lavage etc. diminuent encore ces teneurs (Tableau I).

C'est dire que l'ogi ne constitue pas, malgré sa bonne consistance pour l'enfant, un aliment complet de sevrage. Il est nécessaire que la mère continue l'allaitement pour apporter les protéines complémentaires, ou bien que l'ogi soit enrichi en protéines végétales. Le FIIRO à Lagos a mis au point une farine de sevrage à base d'ogi et de protéines de soja : le soyogi.

Si j'insiste sur l'ogi, c'est parce que les aspects bactériologiques et biochimiques de cette fermentation ont été bien étudiés, mais il existe bien d'autres préparations de céréales fermentées, jusqu'à 20 pour le maïs, dont le kenkey, l'uji, etc.

Je pense qu'il est du devoir des technologues alimentaires africains de faire en sorte que ces technologies traditionnelles, qui ont fait la preuve de leur utilité nutritionnelle pour l'enfant, ne tombent pas en désuétude.

Germination des céréales

La deuxième technique permettant l'obtention de bouillies de faible viscosité et de bonne valeur calorique est la germination des graines de céréales. La technique est simple : on laisse tremper les graines pendant un jour ou deux puis on les laisse germer durant 24 à 48 heures à température ambiante. Le séchage s'opère en air chaud à 65 °C.

Après avoir été débarrassées des tigelles, les graines sont moulues.

Tableau I. Valeur nutritive des produits à base de maïs

	Nutrient	level (dry wei	ight basis)
	Whole maize meal	Steeped maize	Fermented ogi
Moisture content (%)	11.12	54.35	4.61
Crude protein (%)	13.00	8.63	9.21
Fat (%)	4.07	4.06	5.13
Crude fiber (%)	1.75	0.74	0.72
Soluble carbohydrate (%) (by difference)	77.56	85.85	84.28
Ash content (%)	3.62	0.72	0.66
Calcium (mg/100 g)	186.00	86.60	76.60
Phosphorus (mg/100 g)	333.50	223.50	183.50
Iron (mg/100 g)	27.10	15.70	16.70
Thiamine (B_1) $(mg/100 g)$	0.17	0.06	0.11
Riboflavin (B ₂) (mg/100 g)	0.20	0.07	0.08
Niacin (B ₃) (mg/100 g)	1.66	0.68	0.85
Pyridoxine (B ₆) (mg/100 g)	0.01	0.00	0.01
Folic acid (mg/100 g)	0.08	0.05	0.05
Pantothenic acid (mg/100 g)	0.06	0.04	0.01
Biological value	54.75	45.58	43.57
	±2.24	±1.73	±2.83
Net protein utilization	52.10	45.58	43.57
	±2.86	±1.73	±2.90
Protein efficiency ratio (PER)	1.19	0.86	0.77
	±0.01	±0.25	±2.90
True digestibility coefficient	95.48	96.54	96.71
-	±1.73	±0.24	±1.00

La germination transforme en partie les protéines et l'amidon contenus dans les grains en acides aminés libres et en dissacharides directement assimilables par la plantule et donc par l'homme. Cette hydrolyse est le résultat de l'action d'alpha-amylases et de bêta-amylases qui atteignent un taux maximum après 48 heures de germination.

La microscopie électronique à balayage, que nous devons à M. Gallant [11], montre clairement les différentes phases de l'attaque du granulé d'amidon par l'alpha-amylase pancréatique. Il se forme des pores qui sont à l'origine de canaux de corrosion, permettant l'hydrolyse des parties moyennes du grain.

Cette hydrolyse partielle diminue la viscosité des bouillies de sorte qu'est possible l'augmentation de la quantité de farine de 2 à 3 fois tout en conservant une consistance acceptable pour l'enfant (fig. 3 et 4).

Des chercheurs indiens [10] ont même préconisé l'utilisation de petites quantités de farine de mil maltée riche en amylase 5 % soit autant que dans l'orge germée) pour réduire la viscosité des bouillies de riz. Cette technique permet également de fluidifier les bouillies de

Produits céréaliers dans l'alimentation de sevrage du jeune enfant

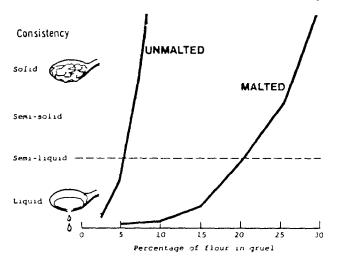


Figure 3. Consistance des bouillies de céréales maltées/non maltées en fonction de la quantité de farine ajoutée à l'eau.

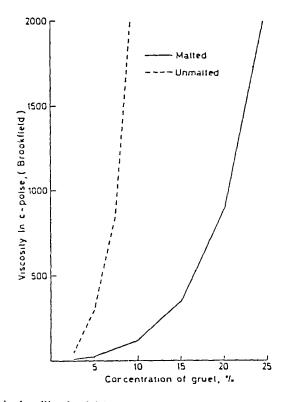


Figure 4. Viscosité des bouillies de céréales maltées/non maltées en fonction de la quantité de farine ajoutée à l'eau.

maïs. Mais ces auteurs mettent en garde contre une utilisation trop abusive des amylases : en effet, une bouillie de céréales rendue trop liquide, ayant la consistance du lait, pourrait selon eux être utilisée par les mères de jeunes nourrissons comme un substitut du lait maternel entraînant des conséquences catastrophiques sur le plan nutritionnel.

Avantages de la germination

Les avantages sont nombreux :

- 1. Cette réduction de viscosité permet à l'enfant de prendre plus de calories à chaque repas; ainsi pour apporter à un enfant de 1 an 60 % de ses besoins énergétiques (soit 720 Kcal) sous la forme d'une bouillie de sorgho de consistance appropriée, il faut lui donner 2,5 l de bouillie par jour (à raison de 8 g de farine pour 100 ml). Par contre, si la farine est germée, il ne devra plus ingérer que 800 ml (on passe à 25 g pour 100 ml);
 - 2. Etant en partie pré-hydrolysée, cette bouillie sera bien mieux digérée;
- 3. Pour enrichir la bouillie en protéines, il est facile d'associer une farine de légumineuse elle-même germée dans la proportion 70/30 et ainsi on obtient un aliment de sevrage composé à forte teneur en protéines : 11 %. L'association éleusine-haricot (*Phaseolus aureus*) germés est très employée en Inde;
- 4. La germination augmente la teneur en certains acides aminés comme la lysine et le tryptophane et en vitamines tels l'acide ascorbique, la niacine et la riboflavine;
- 5. La germination ne pose aucun problème sur le plan bactériologique ou toxicologique, puisque, à la différence de la fermentation, on ne fait pas appel à des bactéries exogènes;
- 6. Au plan économique enfin, la germination est un procédé bon marché, permettant aux mères les plus démunies, n'ayant pas accès aux aliments de sevrage industriels inabordables, d'avoir à disposition un aliment complémentaire du lait maternel peu coûteux.

Inconvénient de la germination

Toutefois, force est de reconnaître que la germination des céréales exige beaucoup de travail de la part de la ménagère. Sans être compliquées, les opérations sont longues. Et surtout elles nécessitent un matériel approprié pour faire tremper, germer sécher et moudre ces graines; matériel qui n'est pas toujours disponible dans les villages.

Conclusion

S'il me fallait choisir entre germination et fermentation, j'opterai sur le plan nutritionnel pour la germination, tout en sachant que la fermentation pose moins de problème, pratiques et risque donc d'être mieux acceptée par la mère. Je suis en effet convaincu que la lutte contre la malnutrition infantile qui sévit en Afrique parmi les couches les plus pauvres de la population exige le recours à des solutions technologiques simples, peu coûteuses, et surtout culturellement acceptables.

Ces solutions existent, elles sont aujourd'hui bien étudiées et leur efficacité reconnue.

C'est sans doute grâce à des rencontres scientifiques telles que celle-ci qu'elles seront un jour adoptées définitivement par la population.

Références

- 1. Ljungqvist B, Mellander O, Svanberg U. (1981). Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in preschool children. I. A problem description. J Trop Ped; 27: 7-12.
- 2. Hellstrom A, Hermanson AM, Karlsson A, Ljunkvist B, Mellander O, Svandberg U. (1981). Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake with special reference to the feeding of preschool children. II. Consistency as related to dietary bulk a model study. J Trop Ped; 27: 127-135.
- 3. Brandtzaeg B, Malleshi NG, Svandberg U, Desikachar HSB, Mellander O. (1981). Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake with special reference to the feeding of preschool children. III. Studies with malted flour from ragi, sorghum and green gram. J Trop Ped; 27: 184-189.
- 4. Steinkrauss KH. (1983). Acid-fermented cereals gruels In: Handbook of indigenous fermented foods. Microbiology series, vol. 9 Marcel Dekker pp, 189-238.
- 5. Tomkins A, Alnwick D, Haggerty P. (1987). Household level Food Technologies for improving young child feeding in Eastern and Southern Africa. UNICEF, Workshop, Nairobi, Oct. 1987.
- Cameron M, Hofvander Y. (1976). Manual on feeding infants and young children. PAG, United Nations. New York.
- 7. Aisien A. (1982). Enzymic modification of sorghum endosperm during seedling growth and malting. J Sc Food Agric; 33: 754-759.
- 8. Wang YD, Fields ML. (1978). Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritional value. J Food Science; 43:1113-1115.
- 9. Malleshi NG, Desikachar HSR (1982). Formulation of a weaning food with low hos-paste viscosity based on malted ragi (*Eleusine coracana*) and Green Gram (*Phaseolus radiatus*). J Food Sc Tech; 19: 193-197.
- 10. Gopaldas T, Mehta P, Patil A, Gandhi H. (1986). Studies on the reduction in viscosity of thick rice gruel with small quantities of an amylase-rich cereal malt. Food and Nutrition Bulletin; 8: 42-47.
- 11. Gallant DJ, Bewa H, Buy QH, Bouchet B, Szylit O, Sealy L. (1982). On ultrastructural and nutritional aspects of some tropical tuber starches. Starke; 34: 255-262.
- 12. Mosha A, Svandberg U. (1981). Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. Food and Nutrition Bulletin; 5: 10-14.

3

Valoriser les céréales locales en grande consommation, une nécessité pour l'économie des pays africains

V. TRUCHETTO*, G. IMBS*, G.J. KAYEM*, M. PARMENTIER**

- * ENSIAAC, B.P. 455, Ngaoundéré, Cameroun
- ** ENSAIA, 2, avenue de la Forêt de Haye, 54500 Vandœuvre-les-Nancy, France

Résumé

Les changements intervenus au cours des 20 dernières années dans les habitudes alimentaires des citadins africains ont des effets induits dont les répercussions économiques pourraient devenir très préoccupantes pour l'équilibre du commerce extérieur de ces pays.

En effet, en même temps que l'exode rural drainait vers les métropoles une part importante de la population rurale, les systèmes d'approvisionnement dans les villes induisaient une modification de la structure de base de l'alimentation en produits céréaliers : en clair, la substitution de la consommation de produits à base de mil, sorgho et maïs par celle du pain, donc à base de grains ou farines importés.

Nombreuses sont les causes qui rendaient cette voie plus aisée à se développer dans des systèmes économiques insuffisamment organisés et souples.

Les conséquences, en revanche, vont d'une aggravation de l'exode rural jusqu'à une dégradation des balances commerciales, telles que les solutions mises en place par les administrations correspondantes n'étaient plus socialement admissibles.

En restant dans une structure de consommation urbaine, dont l'évolution en retour vers les produits traditionnels paraît peu probable, des solutions existent, visant à une synthèse entre les produits des campagnes et les technologies urbaines.

L'étude économique présentée ici montre que sur une ville du Nord-Cameroun, l'incorporation de farines de sorgho et maïs au pain peut conduire, sous réserve des mises au points techniques nécessaires, à une unité industrielle de transformation rentable.

Une telle valorisation «sur place» aurait par ailleurs l'avantage énorme de fixer des populations rurales productives autour d'une culture aux débouchés assurés.

Il y va de la survie à terme d'une telle agriculture, confrontée actuellement à la concurrence de grains importés légalement ou non, dans des conditions n'ayant rien à voir avec l'économie de marché.

Contexte économique

L'exode rural

Depuis la fin de la deuxième Guerre Mondiale, et surtout après l'accession à l'indépendance, de profonds bouleversements se sont produits et continuent à se produire dans la structure démographique de la plupart des pays africains : forte croissance démographique, donc rajeunissement global de la population, émergence de grandes métropoles et exode rural.

Que l'on considère le problème du point de vue de l'occupation de l'espace rural ou du résultat final, c'est-à-dire l'urbanisation plus ou moins maîtrisée et ses conséquences, il constitue le plus profond bouleversement dans les structures démographiques africaines depuis le début du 20^e siècle.

Les deux approches ont été largement débattues sous les angles démographique, sociologique et économique. Elles l'ont essentiellement été sur la base de modèles européens puisque l'exode rural y a été observé sur plus d'un demi-siècle, couplé au phénomène d'industrialisation.

La comparaison s'arrête là, car l'exode rural européen a eu pour toile de fond une situation économique très favorable. Le moteur essentiel en a été la très forte expansion économique des années 1900-1970. Elle s'est caractérisée par une aspiration intense de bras par le marché de l'emploi industriel, compensée plus que largement par d'importants progrès de la productivité agricole.

L'Afrique est actuellement le siège d'un exode rural qui n'est compensé ni par l'augmentation de la productivité agricole ni par une forte croissance de l'emploi industriel. Une telle situation de non-équilibre a des conséquences importantes à trois niveaux au moins :

- 1. sociologique : développement d'un sous-prolétariat péri-urbain dont les «bidonvilles» cancérisent la plupart des villes du continent (et du Tiers-Monde en général) avec les corollaires que sont : chômage, délinquance, état sanitaire...
- 2. économique : chute de la production agricole vivrière, disparition des terres cultivables à la périphérie des villes et insuffisance du tissu industriel des nouvelles métropoles.
 - 3. alimentaire enfin, surtout dans les aspects liés à l'utilisation des céréales.

Conséquences alimentaires

Du point de vue alimentaire, le déplacement massif de populations des campagnes vers les villes se traduit par un changement rapide des habitudes alimentaires. En ce qui concerne les céréales, le phénomène le plus net consiste en un remplacement de la consommation de céréales tropicales (mil, sorgho, maïs, riz) par un produit devenu quasiment universel : *le pain*, fabriqué à partir de farine de froment.

L'évolution de la consommation de pain par tête et par an suit dans toute l'Afrique la même courbe que l'indice d'urbanisation. Prenons l'exemple du Cameroun (Tableau I, fig. 1).

Aspect très important pour l'avenir des céréales tropicales, le pain est consommé en substitution des produits céréaliers locaux, pour diverses raisons :

- large disponibilité à la consommation : boutiques + quantité de petits revendeurs,
- produit très pratique : pas de préparation, importance du repas «en marchant» allant de pair avec une diminution de la convivialité des repas,
 - attractivité du produit : prestige et prix.

Tout ceci se traduit par une perte de compétitivité des produits céréaliers traditionnels sur les marchés urbains. Du point de vue économique, le problème se pose dans les termes suivants :

— augmentation incontrôlée de la demande de blé importé,

			_
11.0	ы	eau	. 1

années	kg pain/tête/an	Population urbaine/ Population totale (en %)
1986	43	40
1984	40	38
1982	37	36
1980	35	34
1970	24	20 (est.)
1950	15 (est.)	15 (est.)

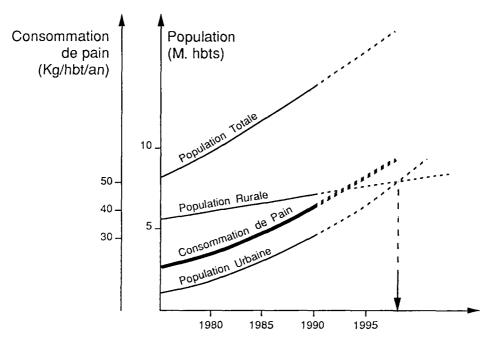


Figure 1. Consommation de pain par tête et par an et indice d'urbanisation au Cameroun.

— diminution de la demande intérieure en mil, sorgho, maïs, etc., entraînant à son tour diminution et irrégularité des revenus paysans donc accentuation de l'exode rural et de la désertification des campagnes.

Le bilan global fait apparaître une augmentation de la dépendance alimentaire extérieure, phénomène extrêmement dangereux compte tenu de la structure des exportations des pays africains.

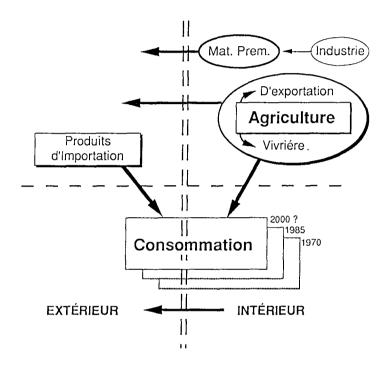


Figure 2.

Cette situation, dont la tendance générale se note sur toute l'Afrique, est néanmoins plus ou moins accentuée suivant les Etats en fonction de l'état de l'agriculture vivrière, du degré d'industrialisation et de la structure des exportations (le pire : le pétrole).

Céréales sur le marché intérieur africain

La compétition entre produits céréaliers traditionnels et produits importés tourne donc presque toujours à l'avantage de ces derniers. Essayons d'en analyser quelques causes :

Attractivité du produit pain

Nous avons déjà parlé de la commodité, de la mode, de la qualité. Le prix est également un facteur primordial.

Entre 1980 Δ Px (pain) = 14 % et 1984 Δ Px (maïs-sorgho) = 75 %

(au Cameroun) (source rapport FAO)

Le différentiel est énorme et s'explique par l'extrême sensibilité des populations urbaines aux augmentations de prix d'un produit devenu un produit de première nécessité.

Le prix politique d'une opération «vérité des prix» sur le pain est généralement trop élevé et les autorités évitent ou ... reculent. Nos collègues maghrébins peuvent témoigner du résultat d'essais pourtant courageux.

Inexistence d'une réelle économie mondiale de marché des céréales

Le marché international des céréales n'est pas régulé par les mécanismes de l'équilibre offredemande. Il existe en effet d'énormes stocks (une année de consommation environ) dans les grands pays producteurs, chez qui les progrès de productivité d'une agriculture mécanisée conduisent à des rendements remarquables (moyenne 60q/ha en France).

Les pouvoirs publics subventionnent alors puissamment leurs produits à l'exportation par des procédés très variés allant du soutien des cours (PAC/CEE) au «dumping» comme sur le riz.

Exemple : le kg de blé français payé au producteur environ 70 F CFA, est séché, stocké, moulu, conditionné, transporté et livré à Douala à 120 F CFA!

Le blé exporté par les grands pays céréaliers n'est jamais facturé à son prix de revient, pas plus pour des clients pauvres (Tiers-Monde) que riches (Japon, URSS...).

Ajoutons que la transformation des grains sur place apporte un surcoût dû au différentiel de productivité des Moulins (environs 10 % de plus au Cameroun).

Protection douanière

La parade existe, et a été largement utilisée dans les pays industriels pour protéger les produits intérieurs : c'est *l'arme douanière*. Procédant pourtant de la seule souveraineté du pays, elle est toutefois d'une efficacité plutôt faible en Afrique du fait de :

- la perméabilité des frontières terrestres couplée à l'existence de monnaies non convertibles donc très sensibles au «trafic»,
- une insuffisance des taxes à l'entrée, puisque dans l'état actuel, mêmes appliquées avec un bon rendement, elles ne protégeraient guère mieux les produits locaux. L'obtention de licences d'importation permet le plus souvent d'importer hors-taxe un produit considéré (justement!) comme de première nécessité, si bien que la seule taxe supportée par le pain est une taxe de production (au Cameroun: 4,5 %).

Les démarches de l'action

Dans un tel contexte, quelles sont les voies d'une valorisation des céréales locales en consommation urbaine de masse ?

Deux démarches sont possibles :

Adapter la culture de blé à certaines terres du continent africain. Cette solution est déjà largement mise en œuvre au Maghreb, en Afrique de l'Est et du Sud. On y relève une productivité faible due à la fois aux aléas climatiques et au type de culture, mais la voie est prometteuse. Il n'en est pas de même en Afrique subsaharienne où les expériences tentées (Sénégal, Cameroun, Zaïre, Zambie,...) se soldent actuellement par des échecs.

Dans l'Adamaoua, la Sodéblé, créée en 1975 avec un objectif de 10 000 t. voit son activité se redéployer sur le mais (Tableau II).

Tableau II				
1800 tonnes				
1900 t.				
900 t.				
400 t.				
270 t.				
0 t.				

Substitution partielle de céréales locales au blé, dans un produit suffisamment peu modifié pour conserver le même créneau de marché. De nombreuses études de produits ont été menées dans presque tous les pays. Elles se sont heurtées au problème de faisabilité économique, compte tenu des prix intérieurs pratiqués.

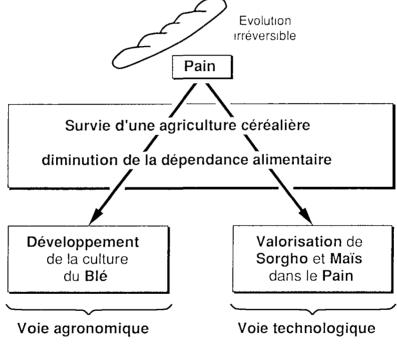


Figure 3.

Si la solution la plus simple réside dans un rééquilibrage par le jeu des taxes (taxe d'entrée sur le blé permettant de subventionner les céréales locales), son application pratique ne résiste pas au *coût social* de l'augmentation qu'elle induit sur le produit fini.

Nous nous sommes donc attachés à tester l'hypothèse suivante : est-il possible de réaliser l'incorporation de farines de sorgho et/ou de maïs dans un produit encore perçu comme étant du pain de telle sorte que le prix de revient de la farine composée soit inférieur ou égal au prix moyen de la farine importée ?

Une telle étude nous est apparue impossible à globaliser même sur un Etat, tant les conditions locales revêtent un poids important à forte variabilité. Nous sommes limités à l'alimentation en pain d'une ville moyenne, s'approvisionnant sur son arrière-pays proche en minimisant tous les frais annexes de collecte, transport, ainsi qu'en «calibrant» au mieux l'unité. Ce «laboratoire idéal» est la ville de N'Gaoundéré : climat et sol propice aux cultures céréalières, taille moyenne, diversité ethnique, consommation de pain en expansion (5 à 6 % par an), existence d'une structure de recherche (ENSIAAC), financement : Appropriate Technology International (ATI), Washington.

Notre méthodologie s'est développée en trois points : 1. première approche économique : étude théorique de la réponse à la question posée à partir de plusieurs hypothèses d'incorporation; 2. mise au point technique du produit le mieux adapté et de l'unité de transformation; 3. action de promotion et d'extrapolation.

Etude technico-économique d'une unité de farines locales

Marché des farines panifiables à N'Gaoundéré (1986)

L'étude de marché est la première démarche à réaliser en vue d'apprécier l'intérêt économique du projet. Des résultats de cette étude vont dépendre les chiffres-clés de l'unité; à savoir : taille, charge, prix-objectif de vente des farines.

Données générales sur le marché du pain

Tableau III

Nombre de boulangeries : 6

Demande journalière en pain : saison sèche : 4,4 t.;

saison humide: 6,6 t.

Besoin annuel en farines : 2000 t. Croissance annuelle environ 6 %

Prix moyen de la farine de blé : 168,8 F CFA/kg La farine représente 52 % du prix de revient du pain.

Approvisionnement en farines

Compte tenu de la pondération, le prix moyen de la farine de blé, rendue à N'Gaoundéré est de 8440 F CFA/sac de 50 kg

Tableau IV

Origine	SCM	Importation légale	Contrebande
HT Douala/t	153 670	136 900	
TIP/Douane	7 500	6 840	
TTC Douala	121 170	143 740	
Transport	26 260	26 260	
Px Boul. Ndere			
/tonne	187 430	170 000	140 000
/sac	9 370	8 500	7 000
% Approvision.	30 %	50 %	20 %

Transformation: la boulangerie-type

Ses caractéristiques à N'Gaoundéré sont les suivantes :

- structure juridique : PME au régime C du Code des Investissements

12 employés

local de 150 m², 1 véhicule de livraison investissement matériel : 25 MF CFA environ

Caractéristiques techniques:
 20 sacs/jour en saison humide
 15 sacs/jour en saison sèche
 3285 pétrissées de 100 kg/an

— prix de vente du pain (Adamaoua) : 346 F CFA/kg (1986). Distribution par :

boutique: 15 %
livraisons: 50 %
petits revendeurs: 35 %

-- compte d'exploitation-type:

Tableau V

Poste	Montant (MF CFA)	%
Chiffre d'affaires	135	100
Farines	58,5	43,4
Autres matières premières	12,8	9,5
Transport	2	1,5
Autres services	8,4	6,2
Frais généraux	7,5	5,5
Personnel	14	10,5
Amortissements	5,7	4,2
ICAI (2,5 % en CA)	3,4	2,5
Total charges	112,3	83
Impôt sur le bénéfice	Ex. 8 ans	
Résultat net	22,7	16,8
Capacité auto-financement	28,4	21

Le poste «farines» constitue le poste le plus important des charges (52 %). Il apparaît donc clairement que les conditions incontournables d'acceptation par les professionnels d'une farine composée sont : 1. un produit fini qui reste du pain de bonne qualité; 2. un prix de revient de la farine inférieure à celui de la farine de blé. Il est à noter qu'une diminution de 10 % du coût de la farine augmente la marge nette de 30 %!

Ressources locales en grains

La réalisation de l'unité n'a de sens que s'il existe, dans l'environnement proche de la ville, une zone de culture permettant de l'alimenter dans des conditions de sécurité, de prix et de transport acceptables.

Méthodologie

Nous nous sommes limités à l'arrière-pays proche, de façon à minimiser les frais de transport et sans prendre en compte aucune statistique officielle. Par une discussion directe avec les Chefs de village, nous avons déterminé les surfaces, rendements, prix, et surtout marge commercialisable, après auto-consommation, qui est très variable.

Secteur traditionnel

Ce secteur concerne seulement le sorgho dont 2 variétés sont cultivées : sorgho blanc (M'Baeri 80 %) et sorgho rose (Djigari : 20 %), la récolte se faisant en décembre et janvier. Les rendements varient de 10 à 20 qx à l'hectare suivant le terrain et les conditions de culture. La production totale (1986) des 3 zones prospectées (fig. 4) est donnée dans le Tableau VI.

Zone	Surface cultivable (ha)		Production potentielle
1	98	164,5	188,5
11	172	249,5	335,5
Ш	51	67	92,5
TOTAL	321	481 1	616,5 t

Tableau VI

Les besoins en engrais (125 kg/ha) permettant de faire passer la production de 480 à 620 tonnes seraient de $0.125 \times 320 = 40$ tonnes pour un coût d'environ 3,2 millions de francs.

Le marché est caractérisé par :

- une auto-consommation importante due à une absence de motivation à la commercialisation,
- une approche très intuitive de la vente, la quantité mise en vente dépendant de la somme nécessaire, exemple : pour l'écolage,
- une spéculation générale sur les prix de la part des revendeurs, en particulier en jouant sur le stockage.

Les quantités disponibles pour une unité s'appuyant sur la production traditionnelle se calculent village par village (Tableau VII, page 319).

L'ensemble des trois zones de production dégage donc 364 t. de sorgho commercialisable dans la situation actuelle, extrapolable rapidement à 460 t. par utilisation d'engrais.

Le prix moyen pratiqué actuellement au village est de 4 500 F/sac (1986). La fourniture d'engrais couplée à l'établissement d'un débouché sûr et payé comptant permettrait de ramener ce prix à 4 000 F/sac (1 q).

Secteur moderne

Il est constitué par deux entreprises : Sodéblé et Maiscam.

Maïscam commercialise 1 500 t. de maïs jaune et 3 500 t. de maïs blanc par an, essentiellement vers les provenderies du Sud. Le prix départ silo est de 7 500 F/sac. Des essais sur sorgho étaient en cours en 1986 sur 200 ha.

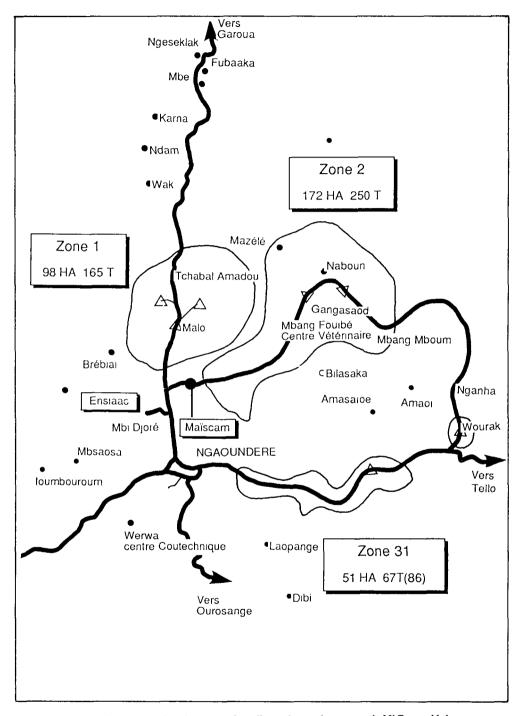


Figure 4. Localisation des zones de collecte du sorgho autour de N'Gaoundéré.

Tableau VII

Zone	Village	% auto- consommation	Quantités disponibles 1986 (en t.)	Quantités disponibles si engrais (t.)
	Beka	30	0,7	1
	Malo	60	1,6	2,4
I	Moungel	30	8,4	11,2
	Sabalbaouro	15	31,8	42,5
	Naboul	15	85	85
	Foloupère	30	4,2	6,3
	Toumbère	15	19	25,5
	Gobi	70	3,3	5
II	Gamboukou	20	36	48
	Bangmissira	20	12	16
	Gangassao	25	112,5	150
	Mbaore	20	12	16
	Gaoussai	60	3,6	4,8
Ш	Bundju	15	3,4	5,1
	Ngaoubam	20	12	16
	Tougele	20	12	18
	Wourak	30	6,3	8,4

Besoins en grains de l'unité

Sur la base des trois hypothèses d'incorporation en céréales locales (H1 = 10%; H2 = 15% et H3 = 20%), les besoins de l'unité sont détaillés dans le Tableau VIII.

Tableau VIII. Besoins en grains de l'unité (par année)

Volume 1986 du marché d	les farines panifiables :	2 000 t.	
Taux d'incorporation en farine locale	H1 = 10 %	H2 = 15 %	H3 = 20 %
Besoin annuel en farine locale	200 t	300 t	400 t
Besoin en grains – sorgho taux d'extraction à la mouture 60 %	334 t	500 t	667 t
Besoin en grains – maïs taux d'extraction : 70 %	286 t	429 t	572 t

Extrapolés en 1991, les besoins deviennent :

Tableau IX

Нур	othèse	Besoin farine	Besoin maïs	Besoin sorgho
H1	10 %	267 t	381 t	445 t
H2	25 %	401 t	572 t	668 t
Н3	20 %	534 t	763 t	890 t

Il ressort de l'étude de la culture céréalière dans l'arrière pays de la ville de Ngaoundéré que les besoins en grains de l'unité peuvent être aisément couverts. Toutefois, un choix «politique» devra être fait entre deux attitudes :

- 1. Favoriser le développement de la culture villageoise avec tous les corollaires qu'elle suppose : création de débouchés sûrs, fixation des ruraux et, à terme, développement de la production par extension des surfaces. L'effet d'«aspiration» du marché ainsi créé devrait se faire rapidement sentir (très probablement dès que les agriculteurs auraient la certitude d'une vente comptant à la collecte...). Cette politique pourrait conduire à une évolution rapide de plusieurs milliers de petits exploitants, de l'agriculture de subsistance vers une agriculture de vente. Les retombées économiques sur la zone rurale seraient alors considérables.
- 2. Jouer la modernité et s'appuyer sur Maïscam, ce qui constitue une plus grande sécurité d'approvisionnement mais se traduit par le remplacement d'une dépendance (blé) par une autre (matériel, semences, engrais...).

Etude technique de l'unité

Compte tenu de l'objectif fixé, il est impératif de jouer sur tous les facteurs permettant de minimiser les coûts :

- optimisation du stockage,
- nécessaire élasticité du fonctionnement en fonction de la demande,
- optimisation des charges fixes,
- simplification au maximum du process.

La taille retenue est de 200 kg/h de grains traités, avec un fonctionnement sur 1, 1-2-1 ou 2 postes suivant H.

La non-concordance des périodes de récolte et consommation nécessite une gestion correcte des stocks, dans l'hypothèse sorgho en particulier où le stockage paysan pose de gros problèmes.

- produits finis: stocks de sécurité de 6 jours soit au maximum de 15 t. de farines (fig. 5),
- -- matières premières : avec l'objectif d'un stock = 0 fin novembre.

Le stockage du sorgho en hypothèse haute impose une capacité de 864 t. (1991) sur 500 m², ce qui constitue une charge importante.

Le schéma général du process est donné dans la figure 6.

Evaluation économique

L'unité sera de type PME (régime C) donc bénéficiera des conditions avantageuses réservées à ce créneau au Cameroun.

Son financement fera intervenir : des capitaux propres (partenaires à trouver), des crédits locaux (génie civil), des aides extérieures : (CCCE, Coopération multilatérale, ATI...), des aides éventuelles de l'Etat.

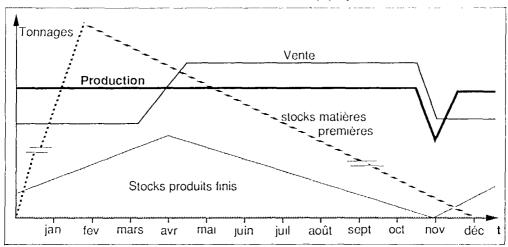


Figure 5.

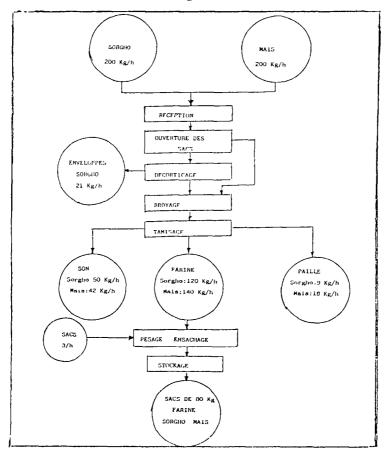


Figure 6.

Chiffres d'affaires prévisionnel

Compte tenu des éléments détaillés plus haut, le prix objectif de vente d'une farine locale attractive doit être tel qu'il entraîne dans le cas le plus défavorable une baisse de 3 % du prix de revient de la farine.

$$0.9 \times \underbrace{168.8 + 0.1}_{\text{blé}} x = \underbrace{165}_{\text{farine composée}}$$

$$x = 130 \text{ F CFA/kg}$$

Le chiffre d'affaires calculé sur cette base évoluera donc ainsi :

Tableau X

		(C.A. prévis	sionnel × 1	10 ⁶ F CF	Ά
Farine	Hypothèse			Années		
	-	1	2	3	4	5
	H1 (10%)	16,9	26	31,2	32,5	33,8
Sorgho	H2 (15 %)	25,4	39	46,8	48,8	50,7
Ü	H3 (20 %)	33,8	52	62,4	65	67,6
	H1	17,7	26,9	32,6	33,9	35,4
Maïs	H2	26,5	40,4	49	51,1	53
Iviais	Н3	35,4	53,8	65,3	68,1	70,7

Besoin de financement

- Matériel: rendu: 27 MF CFA

Véhicule: 4,7 MF CFA
 Génie civil: 200 000 F/m² de bureau

100 000F/m² d'entrepôt

- Premier établissement : 1 MF CFA

- Besoin en fond de roulement : H1 = 24 MF CFA

H2 = 37 MF CFAH3 = 44 MF CFA;

Coût de production

— Sorgho: 46 000 F/t., maïs: 65 000 F/t.

- Emballages: 375 F/sac

— Main d'œuvre : 10 MF CFA comprenant : 1 Directeur, 2 Agents de maîtrise, 1 technicien, 2 O.S., 1 manutentionnaire, 1 gardien.

Amortissements et frais financiers (poste très lourd)

Comptes d'exploitation prévisionnels

Les Tableaux XI, XII et XIII donnent dans les 3 variantes testées le résultat dans l'hypothèse H3 (la plus favorable) : sorgho.

Variante V1

Unité «clé en mains» installée en zone industrielle, proche de la gare de N'Gaoundéré (terrain loué) (Tableau XI, tous chiffres en MF CFA).

Tableau XI

Année	1	2	3	4	5
Prix de revient de la farine F/kg	243,5	194,3	179,4	173,5	170,9
C.A. MF CFA	33,8	52	62,4	65	67,8
Charges fixes	11,5	12,9	13,9	15	14,3
Charges variables	34	47	55	57	58,5
Amortissements	10,8	10,8	10,8	9,2	9,2
Frais financiers	10	10	10	10	10
CHARGES	66,5	81	89	85	92
Résultat	-32,7	-28,9	-26,9	-25	-24,5
(cash flow)	-22	18	-16	-16	-15

Ce type d'unité ne peut être rentable, essentiellement à cause du poids des frais financiers. Il est toutefois à noter que la différence entre le chiffre d'affaires et les charges (24,4 MF CFA) correspond à 900 t. de grains en année 5. Le bouclage pourrait donc être réalisé grâce à une subvention de l'Etat de : 27 F CFA/kg de grain ou 45 F/kg de farine.

Variante V2

Unité intégrée à Maïscam (Tableau XII), page 324.

Une diminution des frais financiers par un financement à 100% en capitaux propres ainsi que des économies sur Génie civil (en profitant des installations, en particulier de stockage, de Maïscam): Dans ces conditions, il est possible de ramener le résultat net à environ: -10 millions de F CFA/kg de farine.

Variante V3

Unité pilote intégrée à l'ENSIAAC. L'unité sera implantée dans l'Ecole dont elle louera les services nécessaires : locaux, magasins, bureaux, laboratoire.

Le calcul du Compte d'Exploitation Prévisionnel est donné sur le Tableau XIII, page 324.

Tableau XII

Année	1	2	3	4	5
Prix de revient de la farine	212,3	176,6	165,6	160	158,6
Chiffre d'affaires	33,8	52	62,4	65	67,6
Charges fixes Charges variables Amortissements Frais financiers	10,8 32,8 5,6 6,1	12,1 46,8 5,6 6,1	12,9 54,9 5,6 6,1	13,2 56,9 4,05 6,1	13,4 59 4,05 6,1
Total CHARGES	55,2	70,6	79,5	80,2	82,5
RÉSULTAT	-21,4	-18,6	-17	-15	-14,9
CASH FLOW	-15,8	-13	-11,5	-11	-10,8

Tableau XIII

Année	1	2	3	4	5
Prix de revient de la farine	190	157	147	142	140
Chiffre d'affaires	33,8	52	62,4	65	67,6
Charges fixes Charges variables Amortissements Frais financiers	14,1 32,3 3,8 2,5	15,5 44,4 3,8 2,5	16,3 51,3 3,8 2,5	16,5 53 2,2 2,5	16,7 54,7 2,2 2,5
Total CHARGES	52,7	66,1	73,8	74,2	76,1
RÉSULTAT	-18,5	-14,1	-11,4	-9,2	-8,6
CASH FLOW	-15,12	-10,3	-7,6	-7	-6,4

Conclusion

Pour un objectif de 130 F le kilogramme de farine, aucune formule d'unité industrielle ne dégage de résultat positif. Cet objectif ne pourra être tenu qu'au prix d'une intervention de l'Etat à hauteur de :

- variante V1: 27 F CFA/kg farinevariante V2: 18,5 F CFA/kg farine
- variante V3: 16 F CFA kg farine

Certaines hypothèses favorables permettent d'atteindre l'équilibre dès la 3^e année (V1) ou la 2^e année (V2 et V3) :

— valorisation des sons (50 F/kg emballé) ce qui est plausible car la demande en provende sur la région est importante.

— financement avec le minimum d'appel au crédit. Une unité-pilote industrielle implantée à l'ENSIAAC permettrait donc dans des conditions de rentabilité correctes, de tester la viabilité à moyen terme d'un tel programme.

La 2^e phase d'expérimentation (détermination de la composition de la farine composée et son acceptabilité par la population) est en cours à l'ENSIAAC et sera présentée ci-après.

Remerciements. Les auteurs remercient vivement Appropriate Technology International, 1331 H. Street Washington, DC, USA 20005, qui finance cette étude.

Références

- 1. (1986). Plan directeur d'Industrialisation du Cameroun DP/CMR/83/001.
- 2. Lamendour P. (1985). Rapport technique ONUDI. Industries Animales et Alimentaires.
- Badjeck B. (1980). Rapport Mulpoc-Yaoundé Possibilités de développement des Agro-industries dans les pays d'Afrique Centrale.
- 4. Minpat-Direction de la Statistique. (1985). Statistiques Nationales.
- 5. FAO. (1986). Rapport MAC (Yaoundé). Bilan et perspectives du secteur primaire au Cameroun.
- 6. Statistiques du syndicat patronal des boulangers du Cameroun B.P. 1425 Yaoundé.
- Abecassis J. (1982). FAO. Projet CMR 78/013. Identification des possibilités d'un programme des farines composées dans la Province du Nord-Cameroun.
- 8. Faure J, Muller RD. (1984). FAO. Rapport de mission pour un programme National sur les farines composées au Cameroun.
- 9. CFCE. (1984). Le Marché de la Farine de blé dans les pays tiers.
- 10. Asselbergs EA. (1971). The FAO composite flour program.
- 11. FAO. (1969). Agricultural Services Bulletin. Bread from composite flour.
- 12. Perten J. (1969). FAO. Study of making French-type Bread by mechanical dough development mixing wheat flour with cassava starch and millet flour.
- 13. Kim KC, de Rutter D. (1968). Bread from non-wheat flours. Food Technology 22; 7:867-878.
- 14. Kim JC, de Rutter D. (1969). Bakery products with non-wheat flours. Baker's digest. 43; 3:58-63.
- 15. Pringle N, Williams A, Hulse JH. (1969). Mechanically developed doughs from composite flours. Cereal science Today 14; 3:114-129.
- Dendy Dav, Clarke PA, Tames AW. (1970). The base of blends of wheat non-wheat flours in breadmaking. Tropic Sci 12; 2: 131-142.



4

Etude de l'acceptabilité de pains à base de farines composées dans le Nord-Cameroun

G. IMBS*, A. BESSIÈRE*, A. DEVAILLY*, T. COUSSON*, G.J. KAYEM*, M. PARMENTIER**

- * Département de Science des Procédés ENSIAAC, Centre Universitaire de N'Gaoundéré, BP 455, N'Gaoundéré, Cameroun
- ** ENSAIA, 2, avenue de la Forêt de Haye, 54500 Vandœuvre-les-Nancy, France

Résumé

A partir de l'étude économique réalisée sur 3 hypothèses d'incorporation de farines locales (sorgho et maïs) à la farine de froment dans la fabrication du pain, la présente étude a porté sur la mise au point des compositions exactes à réaliser et des tests d'acceptabilité sur la population d'une ville moyenne, Ngaoundéré.

Utilisant les installations de boulangerie industrielle de l'ENSIAAC, ainsi que la collaboration de l'ensemble des boulangeries privées de la ville, l'étude sera menée en 2 temps :

- mise au point des compositions-type à l'ENSIAAC et tests d'analyse sensorielle réalisés sur un panel constitué par le personnel et les étudiants de l'Ecole.
- test en vraie grandeur sur la ville de quelques compositions déjà affinées des farines. Cet essai qui porte sur des quantités pondérales importantes de grains (plusieurs tonnes) a posé de nombreux problèmes logistiques (approvisionnement en grains de qualité, décorticage et mouture). Toutefois, le résultat des tests devrait donner un élément définitif de réponse sur une question maintes fois posée : quel est l'avenir des produits à base de «farines composées» en grande consommation ?

Introduction

En 1964, devant l'accroissement alarmant de la consommation des produits à base de blé, la FAO lançait un vaste programme de valorisation des céréales locales en Afrique [1]. Depuis, nombreuses ont été les recherches ayant pour but l'incorporation de farines locales dans la fabrication du pain [2, 3, 4], mais un seul Etat, le Burkina-Faso a imposé l'incorporation de 5 à 10 % de farine de maïs à la farine de froment.

Au Cameroun, les recommandations de deux missions successives, J. Abecassis en 1982 [5], puis J. Faure et R.D. Muller en 1984 [6] sont restées sans suite. En 1986, une approche économique réalisée par notre équipe [7] concluait à la possibilité, dans des conditions toutefois restrictives, d'aboutir à une unité de transformation rentable, expérimentable sur une ville moyenne du Nord-Cameroun.

Trois conditions de succès apparaissaient clairement :

- unité de transformation de petite taille;
- acceptation par les boulangers de la farine composée (pas de modification du produit final, prix de revient motivant);
 - acceptation par les consommateurs du pain ainsi fabriqué.

Le présent travail a pour objet l'étude du 3^e point et plus précisément de l'acceptabilité testée sur un panel représentatif constitué à l'ENSIAAC. Une deuxième étape consistera en l'étude de l'acceptabilité par la population de la ville de Ngaoundéré.

Préparation des farines

Principes généraux

Le sorgho

Le sorgho doit être soigneusement décortiqué et les sons —dont la présence se traduit par une couleur et une mauvaise texturation de la pâte— doivent être éliminés. De ce point de vue, les installations de cônes à blanchir de rizerie de la SEMRY à Yagoua ont donné de bons résultats.

Les grains en provenance de l'arrière pays de Ngaoundéré sont généralement de petite taille, très hétérogènes et fortement attaqués par les insectes ravageurs. Après dix mois de stockage, ils ne peuvent être mis en fabrication qu'après nettoyage. En revanche, les sorghos sélectionnés par l'IRA de Maroua (Muskwari variété S 35 en particulier) ont donné d'excellents résultats.

Le mais

Le maïs, d'abord dégermé, subit une mouture en installation industrielle (Sodéblé). La farine obtenue a une granulométrie de $80\,\%$ inférieure à $200\,\mu m$. Cette farine est commercialisée sur les marchés de Ngaoundéré.

Obtention de la farine de sorgho

Le procédé utilisé pour le traitement des grains locaux est résumé dans la figure 1.

Etude des pains à base de farines du Nord-Cameroun

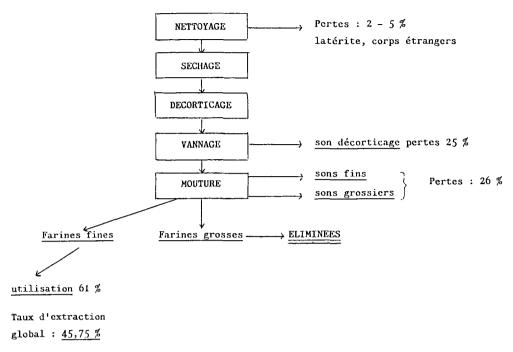


Figure 1. Mouture du sorgho local.

Lavage à l'eau pendant 30 minutes avec brassage.

Séchage à l'air chaud (5h à 45 °C). Cette séquence n'est pas nécessaire sur les grains provenant de Maroua, ils sont nettoyés à sec au moment du décorticage.

Décorticage et vannage. Contrairement à l'opération traditionnelle (pilon par voie humide), ils ont été réalisés :

- pour les sorghos locaux sur une machine à meules rotatives de fabrication ENSIAAC [8]: 5 mn pour 2 kg de grains en batch, avec un taux de décorticage de 75 %.
- pour les sorghos de Yaroua : utilisation des cônes à blanchir de la Société Semry à Yagoua. (capacité : 1 tonne/heure, taux de décorticage : 70 %).
- quelques essais ont été effectués chez les artisans locaux sur des installations à cylindres horizontaux d'origine indienne (50 kg/h., taux de décorticage : 80 à 85 %).

Mouture. Elle est réalisée avec un moulin de laboratoire Brabender (6 kg/h. en sorgho).

Il comporte 2 séries de moulins :

- 1^{èrè} série (3 passes, claquage);
- 2^e série (3 passes, convertissage).

et planchister de classement granulométrique donnant :

- des farines fines 150 μ m \rightarrow fabrication
- des farines grosses 150-210 μ m \rightarrow éliminées.

Les taux d'extraction s'établissent à 61 % (fines) et 74 % (fines + grosses). Des essais concluants (80 % inférieures à 250 μ m) ont été conduits sur un simple moulin à marteau équipé d'une grille à 0,5 mm.

Compte tenu de ces expérimentations, et dans un but de simplification, deux procédés de transformation du sorgho sont proposés (fig. 2).

Tableau I. Résumé des caractéristiques des farines utilisées.

	Caract	Caractéristiques des grains	s grains		Caractéris	Caractéristiques de la farine	arine	
	Poids de 1000 grains	Latérite	Attaque charançons	Humidité %	Matière sèche %	Cendres (% MS)	Lipides tot (% MS)	Protéines (% MS)
Farine de blé GMP				12,93	87,07	0,57	1,72	8,44
Farine de maïs Sodéblé				11,33	88,67	1,04	6,20	6,50
Sorgho Décembre 85 non lavé	30,04 g	3 %	20 %	12,37	87,63	3,17	2,28	5,40
Sorgho Décembre 85 lavé	30,04 g	0,1 %	% 05	6,39	19'06	1,29	1,93	7,15
Sorgho Décembre 86 lavé	37 g	0,1 %	2 %	8,63	91,37	1,94	2,55	8,62

Etude des pains à base de farines du Nord-Cameroun

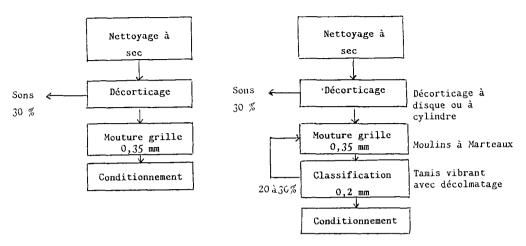


Figure 2. Procédés simplifiés de transformation du sorgho.

Panification

Il est bien connu que l'incorporation à la farine de froment des farines ne contenant pas de gluten a des conséquences négatives sur les propriétés rhéologiques et d'hydratation des pâtes obtenues. Différents moyens permettent de compenser ces effets. Ils ont été testés dans le but d'obtenir un procédé de panification le plus voisin possible de celui utilisé en boulangerie classique, de façon qu'il soit aisément accepté par les boulangers de la ville.

Le tableau II résume ces essais.

Tableau II.

Procédé	Avantages	Conclusion
I. Pétrissage intensifié séparé (Technique ITA Dakar)	Améliore nettement le produit fini	Compliqué, inacceptable par les boulangers
II. Pétrissage intensifié, jointage, avec rupture	Légère amélioration	Inacceptable
III. Pétrissage intensifié, opérations normales	Dégradation peu sensible du produit fini	Acceptable

Matériel et matières premières

En plus des farines locales, ont été utilisées : de la farine importée G.M.P., l'eau du réseau (refroidie), de la levure desséchée Fermipan, du sel, un améliorant Wahiforce (acide ascorbique, lécithine, amylase).

Il est à noter qu'une farine de blé de faible qualité boulangère supporte mal l'incorporation de farines sans gluten et que l'améliorant donne de bons résultats. L'équipement de la boulangerie est par ailleurs classique. L'intensification du pétrissage est obtenue par augmentation de la vitesse.

Produit obtenu

Les pains obtenus ont généralement un aspect peu différent du pain de blé 100 %. Le volume spécifique diminue sensiblement quelle que soit la farine ajoutée (sorgho ou maïs). Toutefois, cette diminution ne devient gênante qu'au dessus d'un taux d'incorporation de 20 %.

Les pains en moules ou en boules tolèrent mieux l'incorporation que la «baguette» française, seul produit réellement commercialisé à N'Gaoundéré.

Les réactions du panel face à de nouveaux produits (boules ou moulés) sont d'ailleurs très favorables.

L'incorporation de farine de maïs confère au pain une odeur caractéristique. L'aspect est peu modifié : la mie est un peu plus jaune.

La farine de sorgho donne à la mie une couleur légèrement brunâtre (changement de couleur des farines de sorgho à la cuisson), mais semble améliorer les qualités gustatives, ce qui est diversement apprécié des consommateurs. Comme pour la préparation des farines, c'est le sorgho de saison sèche Muskwari qui a donné les meilleurs résultats en panification.

Etude de l'acceptabilité

Analyse sensorielle

L'objet de cette première série d'essais est de déterminer la meilleure formule d'incorporation en terme d'acceptabilité par un panel constitué à l'ENSIAAC, en vue de tester ensuite le produit en grande consommation sur la ville de Ngaoundéré.

Equipement

Les séances sont réalisées dans le laboratoire d'analyse sensorielle de l'ENSIAAC, équipé de 12 postes d'évaluation identiques et isolés. Chaque cabine est équipée d'eau courante et d'un éclairage spécifique permettant les études en lumière artificielle. Ce laboratoire est complètement isolé de la boulangerie.

Tests triangulaires

Dans une première série d'essais, ont été testées 8 recettes différentes, à raison de 2 pains modifiés contre un témoin 100 % blé par jour.

Le panel de 80 personnes était constitué pour moitié de techniciens camerounais de l'Ecole (origines diverses mais pour 50 % de la Province de l'Adamaoua) et pour moitié d'étudiants de toutes origines.

Le profil de chaque dégustateur a été établi suivant 4 critères : origine provinciale, niveau d'études, fréquence de consommation de pain de blé, âge. Ces critères ont été utilisés pour expliquer les préférences à travers une analyse de la variance.

Trois échantillons sont présentés à chaque dégustateur : un pain modifié (essai) et un témoin au blé 100 %, l'un des deux étant répété 2 fois. Sur l'ensemble des plateaux, l'échan-

tillon doublé est réparti également entre l'essai et le témoin. Les échantillons sont codés par des nombres à 3 chiffres tirés d'une table au hasard.

Tests hédoniques

Cette deuxième série de tests s'est heurté à un problème de compréhension du vocabulaire auprès de certains agents de niveau scolaire faible, c'est pourquoi le questionnaire a été simplifié à l'extrême.

Trois échantillons sont présentés à chaque dégustateur qui doit les classer par ordre de préférence, puis préciser les critères de son choix par l'analyse de 4 critères : le «croustillant», la couleur, l'aération de la mie, le goût.

Chaque test durait 10 minutes et 3 pains étaient présentés, codés et cotés.

Par pain analysé et par critère, on définit le rapport :

$$R = \frac{3x \text{ (nb de fois classé } 1^{er}) + 2x \text{ (nb de fois classé } 2^{e}) + 1x \text{ (nb de fois classé } 3^{e})}{\text{nombre de fois classé au total}}$$

qui est utilisé pour dégager les corrélations permettant d'identifier le ou les facteurs d'explication de l'appréciation globale.

Ce test s'est avéré bien adapté au niveau de compréhension des dégustateurs et à l'analyse du problème.

Résultats

Tests triangulaires (Tableau III)

Tous les pains à l'essai sont apparus significativement différents (seuil de signification 0,01) du pain témoin (100 % blé) à l'exception du (90-10) maïs. Les pains modifiés se reconnaissent à la couleur (le sorgho assombrit la mie et augmente la consistance : le pain «pèse sur la

	Composition		Différence reconnue	Préf	érence	Expliq	uée
Blé	Sorgho	Maïs	au seuil :	Pour	Pourcentage des dégustateurs	Pour	au seuil
90 %	Non lavé 10 %	/	99,9 %	Blé	86 %	N.E.	
80 %	Non lavé 20 %		99,9 %	Blé	80 %	Origine	1 %
90 %	1	10 %	Non reconnue	Blé	59 %	N. E.	
80 %	/	20 %	99,9 %	Blé	65 %	Origine	1 %
85 %	10 %	5 %	99,9 %	Blé	72 %	Origine	1 %
80 %	13 %	7 %	99,9 %	Blé	72 %	Origine Niveau	1 % 5 %
85 %	10 %	5 %	99,9 %	Blé	66 %	Origine	1 %
80 %	7 %	13 %	99,9 %	Blé	56 %	Origine Niveau Habitude	1 ‰

Tableau III. Essais triangulaires contre le témoin 100 % blé.

langue»). La présence de maïs passe plus facilement inaperçue que celle du sorgho. Les mélanges ternaires comparés au pain de la ville sont reconnus significativement au seuil de signification de 0,001.

L'analyse des préférences permet de dégager les éléments suivants :

- l'incorporation du seul sorgho donne des pains globalement refusés par le panel,
- l'incorporation de maïs jusqu'à 10 % passe inaperçue puisque 23 personnes contre 33 l'ont préféré au pain 100 % blé.

Les mélanges ternaires présentent le plus grand intérêt.

Les mélanges :

blé (85), sorgho (5), maïs (10)

blé (80), sorgho (7), maïs (13)

montrent la meilleure acceptabilité (préférés par 27 contre 35 dégustateurs pour le témoin 100 % blé).

Tests hédoniques

Suite aux résultats des test triangulaires, nous avons procédé aux tests hédoniques sur les mélanges ternaires, en élargissant l'essai aux farines de manioc.

L'ensemble des résultats (Tableau IV) permet de dégager le classement :

- 1^{er}: blé 100 %,
- -2^{e} : blé 80 %, sorgho 10 %, maïs 10 %,
- 3^e: blé 75 %, sorgho 10 %, maïs 10 %, manioc 5 %.

Le tableau IV appelle les remarques suivantes :

- la dose d'incorporation maximale se situe aux alentours de 25 % (dès qu'on atteint 30 % d'incorporation, quel que soit le mélange, il est classé en 3^e position).
 - le pain 100 % blé est toujours nettement préféré en particulier à cause de sa couleur.
- le pain B80 M10 S10 présente la meilleure acceptabilité : comparé à n'importe quel autre mélange il est nettement préféré. Seule sa couleur pose un problème, sinon le goût, le caractère aéré de la mie et le caractère croustillant sont très bien perçus.
- le caractère «croustillant» n'est pas un critère de qualité pour le Camerounais : il préfère souvent un pain mou. En revanche, le caractère aéré de la mie est un critère important pour l'acceptabilité du pain par le dégustateur; il est à remarquer aussi que celui-ci semble se tourner préférentiellement vers un pain qui lui «pèse» sur l'estomac, un pain très levé n'est donc pas forcément souhaitable.
- l'ajout de manioc permet d'augmenter la quantité de substituant local sans modifier de façon importante la qualité du produit.
- les tests de classement sont plus facilement compris par des populations d'un niveau social peu élevé (illettré, sans diplôme, etc.).

Conclusion et perspectives

Les tests triangulaires et hédoniques permettent d'identifier 3 types de formules présentant une bonne acceptabilité auprès des dégustateurs du panel ENSIAAC :

- 1. Blé 90 % maïs 10 %. La différence avec le pain de blé 100 % n'est pas toujours perçue significativement.
 - 2. Blé 80 % sorgho 10 % maïs 10 %. Bonne acceptabilité, léger défaut pour la couleur.

B80S10M10 B75S15M10 B75S10 M10MC5 10/02 B70S20M10 B75S15M10 5/02 B80S10M10 B70S20M10 **B**100 4/02 Tableau IV. Tests hédoniques (classement de préférence). B80S10M10 B80S20 24/01 B70S20M10 B80S20 B100 23/01 B70S10M20 B80S10M10 22/01 B100 B80S10M10 B85S15 21/01 **B**100 B: blé; S: sorgho; M: maïs; MC: manioc. B85S15 B85M15 B100 20/01 Date Note

3. Blé 75 % sorgho 10 % mais 10 % manioc 5 %. Bonne acceptabilité mais inférieure à celle du pain précédent.

Ces deux séries d'essais laissent donc apparaître la possibilité de réaliser un pain à base de farines composées acceptable par les consommateurs des Provinces du Nord-Cameroun. La recette n^o 2 (80/10/10) semble dans ce cas la plus adaptée.

Les restrictions à une généralisation de ce type de produit tiennent aux conditions sociopolitiques de son introduction : en cas de choix libre, le consommateur choisira toujours le pain 100 % blé.

En réalité, on connaît mal la réaction globale d'une population urbaine à un tel changement. C'est pourquoi le développement prochain de notre projet (phase II) est l'essai «en vraie grandeur» sur la ville de Ngaoundéré.

Il s'agira d'étudier la réaction d'une population à la substitution pendant 3 jours consécutifs du pain habituel par un pain à base de farine de composition de type 2. Une enquête cryptée sera menée à très large échelle pour étudier la perception du phénomène et conclure. Cette 2^e phase devrait donner aux gouvernements africains un élément majeur de décision quant à l'avenir de ce type de solution au problème de l'autosuffisance céréalière.

Remerciements. Les auteurs remercient vivement Appropriate Technology International, 1331 H. Street, Washington, DC, USA 20005, pour le support financier qui a rendu possible ce projet.

Références

- 1. Asselbergs EA. (1971). The FAO composite flour program.
- 2. Perten J. (1979). FAO. St of making french-type bread by mechanical dough development mixing wheat flour with cassava starch and millet flour.
- 3. Kim KC, de Ruiter D. (1968). Bread from non-wheat flours. Food Technology 22; 7:867-878.
- 4. Pringle N, Williams A, Hulse JH. (1969). Mechanically developed doughs from composite flours. Cereal Science Today 14: 3: 114-129.
- 5. Abecassis J. (1982). Projet FAO: CMR 78/013. Identification des possibilités d'un programme de farines composées dans la province du Nord-Cameroun.
- Faure J, Muller RD. (1984). Pour un Programme National sur les farines composées au Cameroun. FAO 1984.
- Truchetto V, Imbs G, Kayem GJ, Parmentier M. (1988). Valoriser les céréales tropicales en grande consommation, une nécessité pour l'économie des pays africains. Colloque AUPELF-OUA Ngaoundéré 21-26 février 1988.
- 8. Fumey G, Sinniger M, Kayem GJ, Parmentier M. Contrat ATI nº 86-005, travaux en cours.

5

Fabrication industrielle de pâtes composées blé-maïs

C. MESTRES*, F. MATENCIO*, J. FAURE*, J. ABECASSIS**

- * Laboratoire de Technologie des Céréales, CIRAD/IRAT, 9 Place Viala, 34060 Montpellier Cedex, France
- ** Laboratoire de Technologie des Céréales, INRA, 9 Place Viala, 34060 Montpellier Cedex, France.

Résumé

Dans le but de valoriser les céréales tropicales en substitution au blé importé dans les pays africains, une technologie de fabrication de pâtes alimentaires à base de farines composées (blé, maïs) a été développée.

Afin d'optimiser ce procédé, l'ensemble des paramètres de fabrication a été étudié : effet des variétés de maïs utilisées (maïs blancs en particulier), effet du degré de pureté, de la composition et de la granulométrie des farines de maïs incorporées dans le mélange, effet de l'hydratation du mélange au cours du malaxage (en particulier, effet d'une hydratation différée des deux matières premières), effet de l'intensité du traitement mécanique lors de l'extrusion et du format des pâtes obtenues, effet de la température de séchage des produits. L'influence de ces différents paramètres sur la qualité des produits obtenus a été évaluée par : la couleur des pâtes sèches, l'aspect des pâtes après cuisson, les pertes de matière à la cuisson (en particulier, tolérance à la surcuisson) et les propriétés viscoélastiques des pâtes cuites.

Un procédé simple d'obtention des pâtes comprenant jusqu'à 66 % de farine de maïs et de qualité comparable (si ce n'est pour le comportement viscoélastique) à celle des pâtes de blé dur est proposé.

Introduction

Les résultats reportés ici sont le fruit des travaux effectués au laboratoire de technologie CIRAD/IRAT, entrepris avec la collaboration du laboratoire de technologie des céréales INRA. Le but de cette étude est l'élaboration et l'optimisation technologique d'un procédé de pastification à base de farines composées blé/maïs. Il s'agit de proposer aux industriels des pays tropicaux en voie de développement un procédé permettant de substituer, à concurrence d'au moins 50 %, la semoule de blé dur (importée) par une farine de maïs produite sur place à partir de maïs locaux. Le marché restreint des pâtes alimentaires en pays africains (consommation annuelle de 200 à 5 000 t) permet d'envisager un approvisionnement aisé des industriels locaux utilisateurs du maïs comme matière première pour la pastification.

Le procédé préconisé doit être simple et peu coûteux; ne nécessitant que peu ou pas d'investissement et n'utilisant que des matières premières de substitution produites sur place. L'utilisation de céréales tropicales (maïs, sorgho, riz) dépourvues de gluten (composant responsable de la qualité des pâtes de blé dur) impose toutefois des modifications du procédé de pastification mis au point pour le blé dur. De nombreuses études ont été développées au cours des 20 dernières années afin de proposer de telles adaptations. Les procédés envisagés trop complexes ou/et trop coûteux, car faisant appel soit à un traitement thermique préalable de la farine de maïs, soit à l'utilisation d'adjuvant comme le gluten, ont rarement été développés industriellement [5]. L'emploi d'une nouvelle technologie comme le séchage haute température, qui provoque dans certaines conditions une amélioration de la qualité des pâtes de blé dur [1, 2], permet par contre d'envisager le développement d'un procédé de fabrication de pâtes alimentaires mixtes maïs/blé de qualité comparable à celles des pâtes de blé dur sans bouleversement des chaînes existantes.

Description du procédé

Technologie de pastification

Le procédé de fabrication des pâtes mixtes, maïs/blé dur, envisagé dans cette étude, est schématisé sur la figure 1. Dans les conditions «standard», un maïs jaune corné-denté français a été utilisé. Une semoule est extraite de ce maïs par une mouture de type blé tendre [4]; le taux d'extraction est voisin de 50 % et la teneur en lipides de la semoule est de 1,5 %. Celle-ci est réduite en farine (de granulométrie médiane 120 µm) par un passage sur un moulin à aiguilles. Semoule de blé dur et farine de maïs sont mélangées dans des proportions respectives de 33 et 66 %, hydratées à un taux de 55 % (b.s.) et malaxées pendant 25 minutes. Ce mélange est extrudé à travers une filière à spaghetti. Les pâtes fraîches sont séchées à 37 °C pendant 24 heures jusqu'à une humidité finale de 12 % (b.h.). Les spaghettis secs subissent alors, à humidité constante, un traitement thermique à 90 °C pendant 2 heures. Cette dernière étape originale confère aux pâtes mixtes maïs-blé des qualités culinaires comparables à celles des pâtes de blé dur [3].



OPERATIONS UNITAIRES

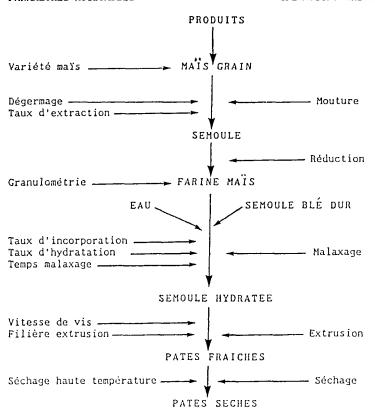


Figure 1. Procédé de pastification.

Qualité des produits

Les pâtes alimentaires sont jugées

- à l'état cru sur leur coloration : le consommateur (européen) recherche des produits à fort indice de jaune et faibles indices de brun et de rouge;
- après cuisson, sur leur état de surface, évalué par un panel de dégustation (notes croissantes de 1 à 9 avec la qualité, c'est-à-dire l'homogénéité de surface de pâtes cuites), par la mesure du pourcentage de pertes de matières sèches dans les eaux de cuisson (qui doivent être faibles) et par la mesure d'un index de viscoélasticité qui rend compte de l'élasticité des produits cuits (le consommateur européen recherche des pâtes élastiques).

Des valeurs typiques obtenues pour les pâtes de blé dur sont reportées dans le Tableau I. Des pâtes mixtes maïs/blé dur fabriquées selon le protocole défini précédemment présentent avant traitement thermique post-séchage de mauvaises qualités culinaires avec, en particulier, des pertes à la cuisson élevées et un index de viscoélasticité faible : respectivement 26,4 % et 0,8 % contre 5,2 % et 8,0 % pour des pâtes de blé dur. Le traitement thermique post-séchage permet d'améliorer les qualités culinaires des pâtes mixtes maïs/blé en divisant par

deux les pertes à la cuisson, améliorant aussi légèrement la note d'état de surface (Tableau I). En revanche, l'index de viscoélasticité n'est pas significativement augmenté.

Ce simple résultat démontre l'intérêt de cette dernière étape de traitement thermique pour l'obtention de pâtes maïs/blé de qualité comparable à celle des pâtes de blé dur. L'optimisation du procédé complet a été effectuée au laboratoire en prenant en compte successivement l'ensemble des paramètres ajustables de la séquence de transformation (fig. 1). Chaque série d'expérience a été réalisée (autant que possible) en ne faisant varier qu'un paramètre de fabrication, les autres restant comme définis dans le traitement standard.

Tableau I. Influence du traitement thermique post-séchage sur la qualité des pâtes mixtes maïs/blé (66 % mais / 33 % blé dur)

		Couleur ¹			Qualité culmaire ²		
		IB	IJ	IR	Note	Pertes	IV
Mais jaune 66 %	Témoin ³	40,3	57,1	11,7	4,25	26,4	0,8
	Traité ⁴	37,5	54,2	14,0	4,5	13,6	1,0
Blé dur 100 %	Témoin ³	32,4	35,8	5,2	5,2	5,2	8,0
NH1 66 %	Témoin ³	37,0	21,9	0,8	3,9	16,1	0,5
	Traité ⁴	36,3	28,8	4,6	4,2	12,8	0,6
La Posta 66 %	Témoin ³	36,7	20,2	1,0	4,0	19,0	0,8
	Traité ⁴	41,1	30,0	6,6	4,0	12,9	0,8

Indices de brun (IB), jaune (IJ) et rouge (IR).

Optimisation du procédé

Matière première

Effet variétal

Trois variétés de maïs ont été utilisées : un maïs jaune corné-denté (standard) et deux maïs blancs corné-denté originaires du Togo (NH1 et La Posta). Les résultats obtenus pour les pâtes fabriquées selon le protocole standard avec ces trois variétés de maïs sont reportés dans le Tableau I.

Les indices de coloration sont élevés dans le cas de pâtes de maïs jaune mais faibles dans le cas des pâtes de mais blanc. Le traitement thermique provoque, dans tous les cas, une augmentation de l'indice de rouge de 3 à 5 points. Cet effet est défavorable dans le cas de pâtes de maïs jaune, car provoquant l'apparition d'une nuance orange préjudiciable à l'aspect du produit cru. Par contre, dans le cas des pâtes à base de maïs blanc, le traitement thermique qui engendre aussi une élévation de l'indice de jaune induit finalement une coloration de ces pâtes très voisine de celle des pâtes de blé dur témoin (Tableau I).

Moyennes sur trois temps de cuisson (t+1, t+6, t+11) de la note d'évaluation sensorielle (1 à 9), des pertes à la cuisson (% b.s.) et de l'index de viscoélasticité (IV).

Séchées à 55 °C.
 Traitées a 90 °C pendant 2 heures après séchage.

Le traitement thermique provoque une diminution des pertes à la cuisson des pâtes de maïs quelle que soit la variété utilisée. Les pertes, avant traitement, sont toutefois plus faibles dans le cas des pâtes à base de maïs blanc; cette différence s'estompe après traitement thermique post-séchage. Les pâtes à base de maïs blanc présentent, d'autre part, des notes d'aspect de surface plus faibles que celle obtenue pour les pâtes de maïs jaune.

Produits de mouture

Effet granulométrie. Les farines de maïs blanc La Posta ont été séparées en deux fractions : une fraction fine passant au tamis de 130 μm, et une fraction grossière représentant le refus à ce tamis.

Les qualités culinaires des pâtes fabriquées en condition standard avec ces deux farines et la farine entière ont été comparées (Tableau II). Plus les farines de maïs utilisées sont fines (granulométrie médiane faible), meilleure est la note d'état de surface des pâtes cuites. Cette différence n'est pas liée à une moindre désagrégation de ces pâtes, puisque les pertes à la cuisson sont identiques pour les trois échantillons. La mauvaise notation des pâtes fabriquées avec les fractions «grossières» est donc liée uniquement à la taille élevée des particules de farine qui se traduit par l'apparition d'une rugosité de surface des pâtes cuites.

Tableau II. Notes d'évaluation sensorielles * et pertes à la cuisson (moyenne pour trois temps de cuisson : t + 1, t + 6, t + 11) de spaghetti fabriqués à partir de moutures de maïs La Posta (66 %) et semoule de blé dur (33 %).

Moutures	Granulométrie médiane (µm)	Notes d'évaluation sensorielle	Pertes à la cuisson (%)
Farine totale*	120	4.0	19,0
Farine "fine" (passage tamis 130 μm)	<80	4,6	17,8
Farme "grossière" (refus tamis 130 μm)	250	3,6	20,8

Les farines entières (standard) issues de variétés de maïs blanc présentent un refus au tamis de 125 µm de 50 % environ contre 25 % pour celles issues du maïs jaune. Cet écart entre les granulométries des farines constituantes explique sans doute la différence de notation observée entre ces deux types de matière première (voir page 343).

Produits de mouture. Différents produits de mouture de la variété de maïs jaune ont été utilisés en pastification :

- grits de brasserie (0,8 % lipides, 9 % protéines) produits après dégermage humide et rebroyés en farine par deux passages successifs au moulin à aiguilles;
- farines de broyage (1,7 à 2 % lipides, 6 % protéines) obtenues comme co-produits dans le diagramme de mouture des grits de brasserie.

Le comportement à la cuisson des pâtes obtenues est comparé avec celui des pâtes standard (fabriqués à partir de la même variété de maïs avec des semoules extraites selon un diagramme de mouture type blé tendre). Les pertes à la cuisson et les index de viscoélasticité restent constants pour les échantillons fabriqués avec ces différents produits de mouture. En revanche, la note d'état de surface varie avec le type de produit de mouture utilisé; une corrélation élevée est mise en évidence entre la finesse granulométrique des farines de maïs utilisées (représentée par le pourcentage de refus au tamis de 125 μm) et la note d'évaluation sensorielle des pâtes cuites (fig. 2). Ce résultat confirme que l'état de surface des pâtes cuites est fortement lié à la granulométrie des farines de maïs utilisées. Aucune liaison n'apparaît par contre entre l'origine et la composition des produits de mouture et la qualité des pâtes fabriquées : les farines de broyage de composition très voisines présentent des notes d'état de surface très variables (4,3 à 5,8).

L'utilisation de farines de broyage sera toutefois limitée par la difficulté d'hydratation de ces farines; la comparaison des cinétiques d'hydratation, à granulométrie équivalente, des grits de brasserie réduits et des farines de broyage montre, en effet, que celles-ci s'hydratent plus lentement et demandent plus d'eau pour atteindre la saturation que les grits rebroyés (fig. 3). L'importance des lipides (1,7 à 2 %) et/ou la faiblesse du taux de protéines (respectivement 1,7 à 2 % et 6 % pour les farines de broyage contre 0,8 et 9 % pour les grits) peuvent expliquer cette différence de comportement. L'hydratation et le malaxage devront donc être adaptés à ces matières premières pour éviter l'apparition de défauts d'hydratation préjudiciables à l'aspect des produits crus.

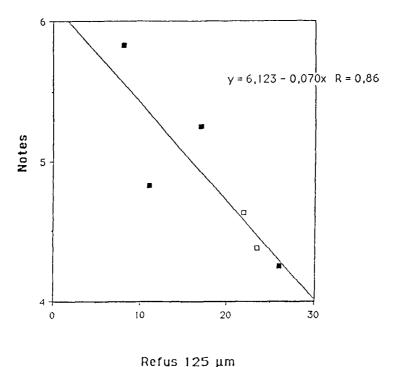


Figure 2. Relation entre les notes d'évaluation sensorielle (moyenne de T+1 à T+6) et le pourcentage de refus au tamis de 125 μ m des farines de broyages (\blacksquare) et des semoules réduites (\square).

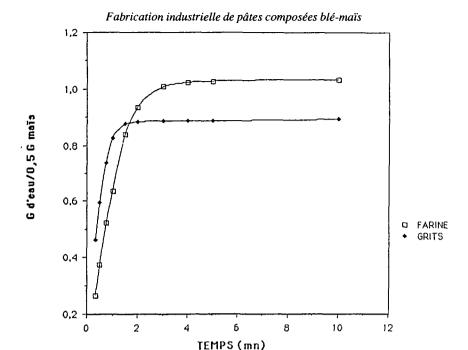


Figure 3. Cinétiques d'hydratation à 20 °C de particules calibrées (entre 75 et 125 μ m) issues de grits de maïs réduit (\spadesuit) ou de farines de broyages (\square).

Mélange

Des pâtes avec incorporation de 30, 50 et 70 % de farine de maïs jaune ont été fabriquées (Tableau III). Pour un taux d'incorporation supérieur à 30 %, les pertes à la cuisson des pâtes de maïs sont supérieures à 20 % avant traitement thermique. Un traitement thermique de 1 heure et demie à 3 heures permet de diminuer ces pertes à moins de 15 %. Les produits obtenus présentent alors des qualités culinaires acceptables, abstraction faite des index de viscoélasticité. Une durée de traitement thermique à 90 °C de trois heures provoque une élévation importante de l'indice de rouge, nuisant à l'aspect des pâtes cuites.

Malaxage

Le taux d'hydratation au malaxage (entre 47,5 et 55 g d'eau/g de M.S) n'influe pas sur la qualité culinaire des pâtes de maïs (Tableau IV). Le malaxage pourra donc être adapté à la matière première utilisée pour éviter les défauts d'hydratation (voir page 343) sans que cela ne modifie les qualités culinaires des pâtes obtenues.

Extrusion

Effet filières. Des moules à spaghetti et macaroni ont été utilisés, avec dans le demier cas un nombre de filières variant de 2 à 8. Les macaroni présentent, dans tous les cas, de meilleures qualités culinaires que les spaghetti : pertes à la cuisson plus faibles et note d'évaluation sensorielle plus élevée (Tableau V). Les macaroni présentent un rapport surface sur volume plus faible que les spaghetti, ce qui explique leur moindre désagrégation dans les eaux de cuisson.

C. Mestres et coll.

Tableau III. Evolution de l'indice de rouge et des qualités culinaires des pâtes mixtes maïs jaune/blé dur en fonction du taux de substitution et du traitement thermique post-séchage.

	Traitement 90° C	Indice de rouge	Qualités culinaires*		
	(heures)		Note	Pertes	IV
100 % BD	0	5,7	5,0	6,6	7,3
	0	9,9	4,3	16,0	0,9
70 % BD / 30 % mais	1,5	12,5	5,0	7,5	1,1
	3	16,0	5,5	5,8	1,4
	0	12,0	4,1	24,2	2,6
50 % BD / 50 % maïs	1,5	13,4	4,2	12,9	0,8
	3	17,3	5,1	7,5	1,0
	0	13,6	3,5	33,8	0,5
30 % BD / 70 % maïs	1,5	16,0	3,9	20,2	0,6
	3	18,9	3,7	15,0	0,8

^{*} Moyennes sur trois temps de cuisson (t + 1, t + 6 et t + 11) des notes d'évaluation sensorielle (1 à 9), des pertes à la cuisson (% b.s.) et des index de viscoélasticité (IV).

Tableau IV. Evolution des qualités culinaires des pâtes mixtes maïs : blé (66 : 33) en fonction du taux d'hydratation lors du malaxage.

Taux d'hydratation	Qualités culinaires*		
(g d'eau pour 100 g de MS)	Note	Pertes	IV
55	4,5	22,2	0,6
52,5	4,3	21,4	0,3
50	4,3	23,3	0,7
47,5	4,5	24,5	0,3

^{*} Moyennes sur trois temps de cuisson (t + 1, t + 6, t + 11) des notes d'évaluation sensorielle (1 à 9), des pertes à la cuisson (% b.s.) et des index de viscoélasticité.

Tableau V. Notes d'évaluation sensorielle et pertes à la cuisson (moyenne sur les trois temps : T + 1, T + 6, T + 11) de pâtes à 66 % de farine de maïs jaune fabriquées avec divers moules : spaghetti et macaroni à 8, 6, 4 et 2 filières.

Format	Notes d'évaluation sensorielle NT/T*	Pertes à la cuisson NT/T*	
Spaghetti	4,25/4,5	26,4/13,6	
Macaroni 8 filières	5,0 /5,6	14,7/10,1	
Macaroni 6 filières	5,0 /5,0	12,8/11,2	
Macaroni 4 filières	5,1 /5,3	15,6/9,9	
Macaroni 2 filières	5,5 /5,6	15,4/8,9	

NT: non traité; T: traité 2 h à 90° C, 78 % h.r. en fin de séchage.

Par contre, aucune différence importante n'est observée entre les macaroni obtenus avec des nombres de filières variables. On note simplement une légère amélioration de l'état de surface des macaroni fabriqués avec le moule à deux filières.

Effet vitesse de vis. Afin d'approfondir l'effet cisaillement, des spaghetti ont été fabriqués selon le protocole standard mais en faisant varier la vitesse de la vis d'extrusion de 16 à 35 tr/min (Tableau VI). Aucun effet sur la qualité des produits n'est observé : pertes à la cuisson et note d'état de surface restent très voisines. La qualité culinaire des pâtes de maïs n'est donc pas liée à l'intensité du traitement mécanique appliqué au cours de l'extrusion.

Tableau VI. Evolution des qualités culinaires des pâtes mixtes maïs : blé (66 : 33) en fonction de la vitesse d'extrusion

Vitesse de vis	Qualités culinaires*		
(rpm)	Note	Pertes	IV
35	4,6	22,6	0,6
30	4,3	21,5	0,6
25	5,0	20,8	0,6
20	4,6	22,1	0,6
16	5,0	25,3	0,6

^{*} Moyennes sur trois temps de cuisson (t + 1, t + 6, t + 11) des notes d'évaluation sensorielle (1 à 9), des pertes à la cuisson (% b.s.) et des index de viscoélasticité (IV).

Séchage haute température

Effet humidité-produits. Le traitement thermique (90 °C pendant deux heures) peut être appliqué à différents stades du séchage, c'est-à-dire sur des produits d'humidité décroissante de 30 à 12 % (b.h.). Appliqué en début de séchage (pâtes à 30-20 % d'humidité), le traitement thermique n'entraîne qu'une amélioration faible de la qualité culinaire des pâtes à base de maïs (Tableau VII): les pertes à la cuisson restent voisines de 20 %. En revanche, l'effet améliorant du traitement est maximum en fin de séchage des pâtes de maïs (15,5 à 12 % d'humidité relative); les pertes à la cuisson sont alors voisines de 15 % et l'état de surface proche de 5. L'index de viscoélasticité n'est toutefois pas significativement augmenté par le traitement thermique.

Tableau VII. Influence du traitement hydrothermique (2 heures, 90° C) sur les qualités culinaires des pâtes alimentaires à base de farine de maïs jaune (66 %).

Teneur en eau ^l (% b.h.)	Témoin	30 %	20 %	15,5 %	13,5 %	12 %
Etat de surface (0-9) ²	3,0	3,2	4,5	5,2	5,2	4,7
Pertes cuisson (%) ²	25,8	22,2	18,2	12,7	14,6	15,5
Indice viscoélasticité ²	0,76	0,81	0,91	0,98	1,01	1,09

Au moment du traitement thermique

Moyennes sur deux temps de cuisson : t + 6 et t + 11.

Effet température-durée. Plus le traitement thermique post-séchage (produits à 12 % d'humidité) des pâtes de maïs est intense, c'est-à-dire pour des températures et durées de traitements croissantes, meilleure est la qualité culinaire des produits (Tableau VIII) : diminution des pertes à la cuisson et augmentation des notes d'évaluation sensorielle. Un index de viscoélasticité élevé (12,3), voisin de celui des pâtes de blé dur, est en particulier observé pour le traitement le plus intense : 120° C pendant deux heures. Toutefois, les pâtes obtenues par ce traitement présentent un indice de rouge trop élevé (supérieur à 20) préjudiciable à l'aspect des produits crus et donc à leur commercialisation. Ce type de traitement nécessitant d'autre part un investissement coûteux, il paraît plus judicieux de préconiser un traitement à 90° C pendant deux heures.

Tableau VIII. Evolution des indices de rouge et des qualités culinaires des pâtes mixtes maïs : blé (66 : 33) en fonction de la température et de la durée du traitement thermique post-séchage.

Traitement	Durée	Durée Indice rouge		Qualités culinaires*	
Température (°C)	(heures)	, and the second	Note		IV
	0	14,2	3,4	32,8	0,9
70	1	13,9	3,8	24,9	0,8
	2	13,9	4,3	20,9	1,1
0.0	1	15,1	3,5	23,6	1,0
90	2	17,8	5,0	13,8	1,2
	1	17,8	3,5	18,7	1,2
120	2	20,8	6,3	7,7	12,3

Notes d'évaluation sensorielle (1 à 9), pertes à la cuisson (% b.s.) et index de viscoélasticité (IV) pour une cuisson à t + 6.

Conclusions

Le procédé de pastification à base de maïs développé au laboratoire est applicable directement sur une chaîne de pâtes alimentaires moderne (équipée d'une enceinte de séchage haute température : 90 °C).

Une qualité optimale de ces pâtes mixtes maïs/blé dur sera obtenue selon les conditions suivantes :

- une première transformation produisant des farines de maïs de granulométrie fine (inférieure à 125 µm), comprenant jusqu'à 2 % de lipides. L'emploi de maïs blancs est préconisé car conférant aux pâtes une coloration «type blé dur» et permettant de diminuer, dans le cas des variétés La Posta et NH1, les pertes lors de la cuisson des pâtes;
- une seconde transformation aboutissant de préférence à la production de macaroni, ou tout autre format équivalent, avec un séchage basse température des pâtes jusqu'à 15 % d'humidité relative et une fin de séchage (de 15 à 12 % d'humidité relative) en haute température : 90 $^{\rm o}$ C pendant deux heures. Les conditions du malaxage seront ajustées au mieux avec la matière première employée afin d'éviter les défauts d'hydratation. Le taux d'incorporation de la

farine de maïs peut s'élever jusqu'à 66 % sans détérioration importante de la qualité culinaire des pâtes produites.

Références

- 1. Abecassis J, Alary R, Feillet P. (1984). Influence des températures de séchage sur l'aspect et la qualité culinaire des pâtes alimentaires. Industries des céréales; 31 : 13-18;
- Abecassis J, Chevalier F, Ait Mouh O, Matencio F, Faure J, Feillet P. (1986). Amélioration de la qualité des pâtes alimentaires par traitement thermique des produits secs. Industries des céréales; 41: 13-17.
- 3. Abecassis J, Faure J, Feillet P. (1988). Improvement of cooking quality of corn pasta products by heat treatments (soumis au J Science Food Agric).
- 4. Feillet P, Redon C. (1975). Etude préliminaire sur quelques facteurs de la valeur semoulière du maïs. Bull EFM; 270 : 325-330.
- Miche JC, Alary R. Jeanjean MF, Abecassis J. (1976). Potential use of sorghum grains in pasta processing. 9th ICC Congress, Vienne, 27-35.

6

La valorisation des produits alimentaires locaux. Quelques expériences et potentiel des stratégies de marketing appropriées à l'Afrique

G.M. HENAULT

Institut de Développement International et de Coopération (IDIC), Université d'Ottawa, 50 College, Ottawa K1N 6N5, Canada

Résumé

Dans l'esprit des accord de Lagos et de la réunion de Mindelo, nous nous proposons d'analyser comment et pourquoi une stratégie de marketing appropriée tant au niveau macro que micro, peut contribuer, en Afrique, à la valorisation des produits agro-alimentaires locaux.

A partir des expériences de divers gouvernements (Sénégal notamment) et organismes non publics (secteur coopératif et privé), nous évaluerons les cas de valorisation des produits locaux existants (l'échec du pamiblé par exemple) et de produits transformés sur place qui sont nouveaux pour les consommateurs africains (le succès du yoghourt au Cameroun et en Côte d'Ivoire en guise d'illustration).

De cette analyse, nous tenterons de déduire les variables-clés d'une stratégie de marketing qui facilite la valorisation de produits locaux et/ou transformés sur place. Il apparaît, en conséquence, opportun de mettre l'accent sur la demande qui s'exprime en fonction de la dynamique des besoins essentiels et de l'anthropologie de la consommation des groupes cibles.

Les investissements dans les technologies de transformation et de stockage pour améliorer l'offre ne sont rentables que dans la mesure où ils permettent de mettre en marché (à un prix adéquat, grâce à un système de distribution fonctionnel et une promotion efficace) des produits agro-alimentaires qui correspondent à la demande des consommateurs africains tant au plan national que régional.

Introduction

Si on fait une brève analyse de la situation des pays du Tiers-Monde et plus spécifiquement africains, force est de constater que la valorisation des produits agro-alimentaires s'est opérée, la plupart du temps, dans une perspective essentiellement technicienne qui ne se préoccupe pas nécessairement de l'acceptation potentielle des produits (modifiés ou nouveaux) par les utilisateurs et/ou consommateurs. Or, Adam Smith, reconnu comme le fondateur de la science économique, déclarait il y a déjà un peu plus de deux siècles, que le seul objectif de toute production ne peut être que la consommation.

L'objectif que nous poursuivons consiste donc à démontrer la pertinence et l'importance d'une approche anthropologico-économique de valorisation des produits qui permet, par une stratégie de marketing appropriée, une meilleure diffusion et acceptation des innovations induites par l'implantation d'une technologie nouvelle. Pour ce faire, nous allons tout d'abord voir quelles en sont les connotations marketing. En deuxième partie, le choix de quelques projets ayant connu un certain succès illustre l'apport de cette démarche.

Une approche intégrée à la valorisation des produits agricoles (technicienne et anthropologico-économique) ne peut se concevoir, dans le cas africain, que dans l'esprit du plan de Lagos pour le développement économique de l'Afrique (qui, en 1980, mettait l'accent sur la priorité à donner au secteur agricole et la nécessité de promouvoir le commerce régional des produits africains) et celui du Colloque de Mindelo [1] au Cap-Vert qui, en décembre 1986, a proposé une politique céréalière sahélienne (avec notamment un programme de sécurité alimentaire promu par des prix agricoles stimulant l'offre).

Connotations marketing de la valorisation des produits

Toute stratégie de marketing se fonde sur une analyse de la demande (que l'on devrait anticiper) dont on dérive une politique de commercialisation des produits.

La demande d'un produit répond essentiellement aux besoins et motivations des consommateurs influencés par leur environnement social et économico-politique. Le cadre d'analyse qu'est l'anthropologie culturelle semble d'autant plus se justifier, en Afrique, que la réalité socio-ethnique est fort complexe et en pleine mouvance. On constate, en effet, que ce continent est le plus diversifié au plan linguistique avec plus de deux mille dialectes parlés au sud du Sahara. On y retrouve au plan de la consommation alimentaire l'influence des traditions africaines, islamiques et européennes. Le phénomène sans précédent de migration urbaine rend encore plus complexe la structure changeante de consommation africaine. Tout produit mis en marché ou commercialisé doit répondre à la demande des consommateurs car l'inverse (une tentative d'adaptation de la demande au produit) est voué à l'échec.

La commercialisation des produits se caractérise par quatre types d'opérations : la transformation physique (affectant le produit), la transformation de volume (par la distribution), la valorisation économique (le prix) et enfin la valorisation socio-culturelle donc symbolique (la communication avec les marchés).

La politique de produit : une transformtion, partielle ou totale, est censée faciliter non seulement la satisfaction des besoins essentiels des populations rurales et urbaines mais aussi l'exportation des produits à condition que ceux-ci correspondent aux attentes et motivations des consommateurs nationaux et internationaux tout en améliorant la qualité et le contenu de la nourriture. Pour ce faire, les produits doivent être normalisés (saveur, degré d'humidité, calibrage, apparence, couleur, etc.) et avoir un emballage qui assure une protection sans faille.

La politique de distribution est censée permettre un transfert efficace et rapide vers les multiples marchés disponibles du micropolitain à l'international. Les infrastructures en marché de gros et de détail font souvent défaut.

La politique de prix doit pouvoir stimuler le dynamisme économique du secteur rural sans aliéner pour autant les populations urbaines. Elle s'avère intimement liée au plan macro-économique aux conditions du crédit agricole et au plan micro-économique à celui de coût des produits.

La politique de communication permet aux acheteurs éventuels d'être tenus informés de l'existence du produit et de l'endroit où on peut se le procurer. Elle s'adresse aussi bien au consommateur final qu'à l'utilisateur (paysan) qui peut être «client» d'un système d'information sur les prix mis sur pied par l'Etat.

Cette démarche de marketing, attitude qui force le preneur de décision à se préoccuper des réactions de l'utilisateur et/ou consommateur potentiel, s'applique aux trois phases de modifications technologiques des produits agricoles que sont les changements touchant la production, la transformation, la conservation ainsi qu'à la consommation. La figure 1 illustre comment, de façon concrète, le marketing contribue à la valorisation des produits agricoles en complétant l'apport de la technologie. Les exemple des produits et pays mentionnés dans la figure 1 sont ceux que nous allons aborder dans la deuxième partie, chacun d'entre eux touchant une ou plusieurs des composantes d'une stratégie de marketing appropriée.

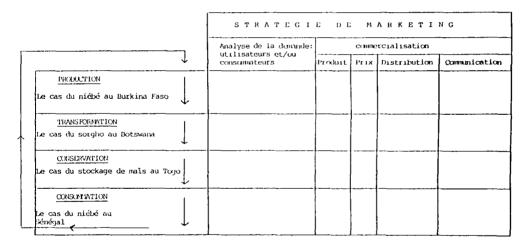


Figure 1. Matrice de la stratégie de marketing appliquée au cycle de valorisation technicienne de quelques produits céréaliers africains.

Expériences de valorisation de quelques produits céréaliers africains

A la lumière d'exemples empruntés à la réalité technologico-économique africaine, illustrons l'apport du marketing aux quatre phases précitées. Il apparaît tout particulièrement opportun de constater que les informations recueillies à chaque niveau du cycle de valorisation sont

utiles à une meilleure gestion de l'étape suivante par un processus itératif. En effet, une décision touchant la production, par exemple, peut avoir un impact sur l'utilisateur du procédé de transformation ou encore sur les perceptions du consommateur final.

Vers une production accrue du niébé au Burkina-Faso qui se fonde sur une nouvelle technologie introduite avec succès auprès des utilisateurs paysans

L'histoire de ce succès [2] dans l'introduction d'un changement socio-technique de production agricole repose sur la volonté de l'Etat burkinabé de réduire la pénurie alimentaire entraînée par la sécheresse des années soixante-dix. Pour ce faire, il met sur pied, avec la collaboration du Centre de recherches pour le développement international (CRDI) et de l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT), un programme de recherche appliquée en vue d'améliorer le rendement du niébé des champs aux entrepôts.

Face à un milieu conservateur rendu sceptique par les nombreux échecs précédents, induits par des experts étrangers à leur environnement, les gestionnaires de ce projet semblent avoir réussi à minimiser la résistance au changement des paysans en impliquant tout d'abord les jeunes agriculteurs plus enclins à l'adoption d'innovation technologique. Sur la base des succès obtenus (rendement multiplié par quatre ou cinq), ces derniers ont alors convaincu plus aisément leurs parents, aidés en cela par l'identification de certains paysans-pilotes qui, par l'effet de démonstration, ont facilité la diffusion des nouvelles méthodes. Cette approche démontre une bonne connaissance préalable des besoins des paysans utilisateurs convaincus par, ce qu' on appelle en marketing, des guides d'opinion.

La résussite d'une technologie de transformation du sorgho au Botswana : le décortiqueur à grains ou «l'adieu au pilon»

Dans le but de réhabiliter le sorgho trop souvent associé à la pauvreté rurale, le Centre de promotion des industries rurales du Botswana (CPIRB) a conçu un décortiqueur qui a reçu en 1986 le prix international de développement technologique à Gênes (Italie). Le CPIRB a testé auprès des utilisateurs potentiels la conception et la fabrication des appareils tout en procédant à des enquêtes de consommation. «Le sorgho a maintenant sa place sur le marché botswanais et bien des femmes ont été affranchies du dur labeur de décorticage au pilon...». Tant l'expérience du Botswana que d'autres réalisées au Zimbabwe ont souligné l'importance d'ajuster les dimensions de la minoterie à la demande locale [3].

Une technologie «néo-traditionnelle» de conservation du maïs au Togo permet de baisser les pertes de production de quelque 30 %

Une équipe pluridisciplinaire de l'Université du Bénin au Togo a pu, avec le concours du CRDI [4], concevoir un type de grenier à architecture traditionnelle légèrement modifiée pour faciliter un enfumage à base de produits naturels. Cette technologie de stockage a été identifiée en collaboration avec les paysans concernés. Les tests préalables à la phase de diffusion de l'innovation se font également de concert avec les producteurs agricoles qui en seront les utilisateurs.

Accroître la consommation du niébé au Sénégal : l'implication nécessaire mais pas suffisante de la promotion gouvernementale

En 1985, le Sénégal a une récolte record de 80 000 tonnes de niébé [5]. Un déjeuner officiel organisé à la fameuse résidence de Médine, à Dakar, par les ministères du Développement rural et du Développement social a donc pour but d'inciter les Sénégalais à consommer une céréale locale de choix en faisant déguster une quarantaine de plats et spécialités d'origines aussi bien sénégalaises, africaines qu'européennes, toutes à base de niébé.

A cette promotion ponctuelle s'ajoute une série d'activités telles que les restaurants témoins, ou encore, la vulgarisation au niveau des écoles hôtelières. Ces actions de marketing, dont l'impact à long terme ne semble pas faire de doute, sauront-elles rejoindre les populations urbaines et rurales ?

En guise de conclusion

Bien que fondés sur une information partielle et trop cursive, ces quelques exemples illustrent l'utilité et l'utilisation de quelques-unes des techniques et stratégies de marketing partielles appliquées à des opérations novatrices de valorisation de produits agricoles faites dans le contexte africain. Nul doute que l'intégration de toutes les variables identifiées à la figure 1 dans un plan de changement technologique augmente les probabilités a priori de succès. L'interdépendance des nombreux facteurs ainsi impliqués impose une approche interdisciplinaire complexe, frustrante mais indispensable. Seule une telle démarche analytique et décisionnelle peut contribuer à la minimisation du risque inhérent à toute entreprise ou initiative économique qui doit faire face aux forces incontrôlables de l'environnement (national et international, légal, politique, économique, concurrentiel, etc.).

Cette prise en compte, en amont comme en aval, des paramètres socio-économiques de la valorisation des produits agricoles permet une plus grande efficacité des innovations indispensables à l'accroissement de la sécurité alimentaire des populations de ce continent.

Remerciements. L'auteur tient à remercier J.B. Sawadogo pour sa collaboration.

Références

- Club du Sahel. (1987). Politique céréalière dans le Sahel: Colloque de Mindelo, Informations-Club du Sahel: 1-6.
- 2. Decarie R. Le niébé, protéine du pauvre, Le CRDI Explore (à paraître en 1988).
- Schmidt O, Toomey G. (1987). Un décortiqueur à l'aide des femmes africaines, Le CRDI Explore, Vol. 16: 4: 4.
- 4. Ouattara S. (1987). L'art de conserver le maïs, Le CRDI Explore, Vol 16; 4.
- 5. Voir trois articles du quotidien sénégalais Le Soleil du 18 décembre 1985.

1MPRIMÉRIE LOUIS-JEAN BP 87 — 05003 GAP Cedex Tél.: 92.51.35.23 Dépôt légal: 728 — Octobre 1990 Imprimé en France

Universités francophones est la collection de l'Université des Réseaux d'Expression Française (UREF). Cette dernière, qui fonctionne au sein de l'AUPELF comme une Université sans murs, a été choisie par le Sommet des Chefs d'Etat et de Gouvernement des pays ayant en commun l'usage du français comme l'opérateur privilégié du Sommet en matière d'enseignement supérieur et de recherche.

Cette collection de manuels universitaires et d'ouvrages de référence s'adresse à tous les étudiants francophones. Elle est appelée à constituer une bibliothèque universitaire en langue française dont les ouvrages sont proposés à des prix modérés.

 $160,\!00~\rm{FF}$ $80,\!00~\rm{FF}$ — UREF / Prix préférentiel : Afrique, Asie, Amérique du Sud, Haïti

59 4197 6





AUPELF

