

# CONSERVATION, PREPARATIONS CULINAIRES ET ACCEPTABILITE DES DIFFERENTS ORGANES DU HARICOT AILE (PSOPHOCARPUS TETROGONOLOBUS)

S. TRECHE,  
J.F. TOBIAS,  
L. NOUBI,  
R. PASQUET,  
FOTSO, M.(<sup>1</sup>)

## RESUME

L'aptitude à la conservation des graines et tubercules, l'influence de la cuisson des feuilles, gousses vertes et graines et du dépelliculage des graines sur leur composition chimique et l'activité des facteurs antinutritionnels sont étudiées.

Les effets de substitutions entières ou partielles de feuilles, gousses, graines ou farines de graines aux ingrédients habituels dans des plats traditionnels camerounais sur leurs qualités organoleptiques et leur valeur nutritionnelle sont mesurés.

L'emploi de farines de graines dépelliculées pour enrichir en protéines les farines locales utilisées dans la préparation des couscous, fofou, bouillies et beignets pourrait être encouragé si sont résolus les problèmes liés à leur élaboration et si leur supériorité sur les autres farines de légumineuses est confirmée.

## ABSTRACT

*Storage fitness of seeds and tubers, influence of cooking leaves, green pods, seeds and the effect of dehulling seeds on the chemical composition and antinutritional factor activities were studied.*

*Leaves, pods, seeds flour were partially or wolly substituted to common ingredients in cameroonian traditional dishes. The effect of this on the organoleptic and nutritional value were measured.*

*Use of dehulled seed flour for protein enriching of local flours for the preparation of fofoo, paps and «paff» balls could be enhanced if problems in their elaboration were solved and their superiority to other leguminous flours was proved.*

## INTRODUCTION

Les premiers résultats obtenus en vue de juger de l'opportunité de l'introduction du haricot ailé au Cameroun ont permis de vérifier la valeur nutritionnelle potentielle des différents organes de la plante cultivée dans les conditions écologiques qui

(1) Laboratoire d'études des aliments - Centre de Nutrition - BP. 6163 - Yaoundé.  
Etude réalisée dans le cadre des accords entre l'ORSTOM et le MESRES.

prévalent autour de Yaoundé (NOUBI et TRECHE, 1985) et montré que, dans cet environnement édaphique et climatique, les variétés étudiées, en raison de leurs caractéristiques agronomiques, pouvaient être proposées comme plantes de jardin susceptibles de fournir sur une longue période de l'année des aliments diversifiés (TRECHE et al., 1985).

En raison de l'étalement de la période de production, l'intérêt du stockage des différents organes est limité et, par conséquent, leur aptitude à la conservation a été assez peu étudiée. En Asie, feuilles, fleurs, gousses vertes et tubercules ne sont jamais conservés bien que la possibilité de stocker les tubercules dans des conditions comparables à celles des pommes de terre ait été montrée (CLAYDON, 1978). IKURA et al. (1983) ont mis en évidence l'influence des conditions de conservation des graines non seulement sur leur pouvoir germinatif mais aussi sur les propriétés des fractions lipidiques et azotées. Il nous est apparu intéressant de préciser les modifications de composition chimique qui interviennent dans les tubercules et graines en cours de stockage et de les comparer à celles d'organes analogues d'autres espèces botaniques.

Bien que dans certaines régions d'Asie du Sud-Est, gousses vertes et tubercules soient consommés crus (CLAYDON, 1978), la plupart des techniques culinaires comportent une étape de cuisson à l'eau.

La cuisson des différents organes du haricot ailé est, comme pour les autres légumineuses un facteur déterminant de leur valeur nutritionnelle, non seulement par ses effets non négligeables sur les teneurs en nutriments (EKPENYONG et BORCHERS, 1980) et la disponibilité de la lysine (ALMAS et BENDER, 1980) mais surtout par son action sur les facteurs antinutritionnels. Ces derniers sont des substances qui perturbent l'utilisation digestive et métabolique des nutriments ou conduisent, par suite d'ingestions répétées, à des effets secondaires néfastes pouvant affecter la croissance, la santé ou le comportement du consommateur (BESANCON, 1978 ; LIENER, 1980).

Chez le haricot ailé, les principaux facteurs antinutritionnels mis en évidence sont des inhibiteurs spécifiques d'enzymes du tractus digestif, trypsine, chymo trypsine et amylase, des phytohématagglutinines, des tannins, des phytates et des alpha-galactosides (KANTHA et ERDMAN, 1984). Dans les graines on trouve également de faibles quantités de glucides cyanogénétiques (CLAYDON, 1975) et des saponines qui n'auraient toutefois pas d'effets néfastes chez les homéothermes (OAKENFULL, 1981).

Les inhibiteurs de nature protéique de la trypsine et de la chymotrypsine contenus dans les graines de haricot ailé appartiennent principalement au type KUNITZ (KORTT, 1979 ; 1980 ; HILDEBRAND et al., 1981 ; YAMAMOTO et al., 1983) ; seule une faible proportion de l'activité inhibitrice des graines serait due à des inhibiteurs de type BOWMAN-BIRK (KORTT, 1979) ou de nature non protéique (HAFEZ et MOHAMED, 1983). Des inhibiteurs tryptiques et chymo-tryptiques ont été décelés dans les tubercules mais non encore caractérisés (DE LUMEN et BELO, 1981 ; POULIER, 1982).

Les phytohématagglutinines ou lectines sont des composés de nature protéique qui ont le pouvoir de se lier spécifiquement à certains glucides en particulier les glycoprotéines des globules rouges ce qui provoque leur agglutination (KOCOUŘEK et HOREJSI, 1981). Dans les graines de haricot ailé, plusieurs lectines ont été purifiées (GUEVARA et al., 1978 ; PUEPPKE, 1979 ; APPUKUTTAN et BASU, 1981 ; HIGUCHI et al., 1984) : elles sont responsables du caractère léthal des régimes à base de graines crues chez le rat (JAFFE et KORTE, 1976) car, résistantes à l'action des sucs digestifs (HIGUCHI et al., 1983), elles se lient aux membranes cellulaires de la bordure en brosse de l'intestin, causant ainsi non seulement une interférence avec l'hydrolyse et l'absorption des nutriments mais aussi une altération des tissus de la muqueuse (HIGUCHI et al., 1983 ; 1984 ; KIMURA et al., 1982).

Les tannins sont des polymères phénoliques inhibiteurs non spécifiques et thermostables des enzymes digestives, qui ont en outre, la propriété de précipiter les protéines et de les rendre ainsi indigestibles (TAMIR et ALUMOT, 1969 ; JAMBU-

NATHAN et METZ, 1973 ; MA et BLISS, 1973). Dans les graines de haricot ailé, leur importance est controversée (DE LUMEN et SALAMAT, 1980 ; PRICE et al., 1980 ; POULTER, 1982 ; TAN et al., 1983).

L'acide phytique est un agent chélateur qui empêche l'absorption des minéraux divalents (fer, calcium, zinc) auxquels il se lie et peut entraîner certaines carences minérales (REDDY et al., 1982). Dans les graines de haricot ailé, les teneurs sont comparables à celles des graines de soja (KANTHA et ERDMAN, 1984).

Les alpha-galactosides (raffinose, stachyose, verbascose), non hydrolysés au niveau des muqueuses intestinales s'accumulent dans la partie terminale du gros intestin où la fermentation anaérobie est génératrice de gaz qui, outre l'inconfort social lié à leur éjection, peuvent provoquer des nausées, crampes ou diarrhées (LINER, 1980). Dans les feuilles, gousses et tubercules de haricot ailé, leurs teneurs sont faibles (NOUBI et TRECHE, 1985) ; dans les graines elles sont comparables à celles du soja et inférieures à celles de la plupart des autres légumineuses (GARCIA et PALMER, 1980b).

Les travaux publiés jusqu'à ce jour sur l'importance des facteurs antinutritionnels du haricot ailé et leur activité résiduelle après cuisson ont surtout porté sur les graines et les tubercules. Pour notre part, nous nous sommes intéressés aux feuilles, gousses et graines négligeant les tubercules dont les formes récoltées dans nos conditions de culture ne permettaient pas d'envisager de les présenter à des consommateurs habitués aux tubercules tropicaux africains.

Différents auteurs ont montré la possibilité d'obtenir à partir des graines de haricot ailé des produits fermentés (tempeh, miso), du lait et du caillé (tofu) (GANJAR, 1978 ; KANJHA et al., 1983). Ces produits seraient toutefois inférieurs à ceux préparés à partir des graines de soja (SHURTLEFF, 1978) et ces types de préparation ne sont pas répandus en Afrique.

Par contre, l'utilisation de farine de graines semble présenter des potentialités intéressantes : CERNY et ADDY (1973) et CERNY et al. (1981) ont utilisé avec succès de la farine de graines dépelliculées dans le traitement du kwashiorkor et l'alimentation de jeunes enfants ; KORDYLAS et al. (1978 ; 1981) ont proposé son incorporation comme source protéique principale dans des aliments de sevrage ; DOBO et OKEZIE (1980) ont substitué 15 pour cent de farine de blé par de la farine délipidée de graines de haricot ailé sans altérer les qualités organoleptiques du pain ; N'ZI et al. (1980) ont réussi à en incorporer dans différentes préparations culinaires, en particulier des sauces et des beignets, de la cuisine traditionnelle d'une population rurale de Côte d'Ivoire. Compte tenu de l'intérêt que semble présenter, ces farines de graines, il nous est apparu souhaitable de s'intéresser à leurs techniques de préparation et en particulier au dépelliculage sur lequel peu de précisions sont disponibles dans la bibliographie.

L'ultime étape de notre travail a consisté à rechercher, comme N'ZI et al. (1980) à introduire la consommation des feuilles, gousses et graines de haricot ailé, en les substituant partiellement ou entièrement aux ingrédients habituels dans des plats traditionnels et à mesurer les effets de cette introduction sur l'acceptabilité et la valeur nutritionnelle des plats.

## MATERIEL ET METHODE

### MATERIELS

Les variétés de haricot ailé, de soja et de Niébé utilisées sont celles précédemment étudiées (TRECHE et al., 1985). Les variétés de haricot commun sont celles connues dans l'Ouest Cameroun sous le nom de haricot rouge et de haricot noir ; le «soja» est une variété de Soja introduite depuis plusieurs années au Cameroun.

## Dispositifs expérimentaux des essais de conservation

*Etude de l'influence de la date de récolte et de la durée de conservation sur la teneur en eau, protéines brutes et glucides membranaires des graines de trois variétés de haricot ailé*

Neuf lots d'environ 1 kg de graines appartenant aux variétés BOGOR, TOANTO et TINGE et récoltés 24, 28 et 32 semaines après la plantation, ont été stockés dans un endroit ventilé pendant 24 semaines.

Chaque semaine, les différents lots ont été pesés et des prélèvements pour analyses ont été effectués à la récolte et après 4, 12 et 24 semaines de conservation.

*Comparaison de l'appétitude à la conservation des graines de haricot ailé, soja, niébé et haricot commun*

Des graines de variétés de haricot ailé (TOANTO, TINGE), haricot commun («noir» et «rouge»), niébé (V570 et V576) et soja (S166, S239 et «soja noir») ont été stockées pendant 24 semaines dans des placards d'une même salle ; pour chaque variété, un lot témoin et un lot traité contre les insectes (2 g par kg de Thioral) ont été observés.

Après 24 semaines on a déterminé, pour chaque lot, le pourcentage de graines attaquées, les pertes de poids et le poids sec de 100 graines ; un échantillon pour analyses des teneurs en eau et protéines brutes a été prélevé.

*Etude des pertes de poids et des modifications de composition chimique au cours de la conservation des tubercules*

Des tubercules des variétés BOGOR et TOANTO, récoltés au début du stade de dépérissement du feuillage, ont été conservés pendant 8 semaines dans un endroit ventilé. Les tubercules ont été pesés toutes les semaines ; à la récolte et après 8 semaines, des échantillons pour analyses ont été constitués.

*Etude de l'influence de la cuisson sur la valeur nutritionnelle des feuilles, gousses et graines*

Les feuilles et gousses découpées respectivement en fines lamelles et en petits morceaux sont maintenues pendant 30 mn dans de l'eau bouillante.

Les graines sont immergées pendant 24 h. dans trois fois leur poids d'eau à température ambiante. Après égouttage et lavage, elles sont mises à bouillir pendant 4 heures dans 6 fois leur poids initial d'eau.

Les échantillons et leurs témoins crus sont séchés sous vide à une température inférieure à 50°C avant d'être broyés.

### Essais de dépelliculage des graines

On a comparé la composition chimique de graines entières crues et cuites, des graines cuites dépelliculées et des pellicules. La cuisson des graines a été effectuée, en s'inspirant des techniques de cuisson rapide, données par RUBERTE et MARTIN (1978) et ROGKLAND et al. (1979), de la manière suivante : les graines sont immergées dans une solution de sel gemme (27 g par litre) maintenue à ébullition pendant 5 mn et laissées à tremper une nuit dans cette solution ; après lavage, les graines sont mises à cuire 30 mn dans de l'eau bouillante avant d'être dépelliculées par friction à la main.

Des essais de dépelliculage ont été effectués en plongeant des lots de graines pendant 20 mn dans des solutions bouillantes (1/2,5 ; p/p) de sels ou d'hydroxydes de différentes concentrations. Les graines étaient ensuite dépelliculées soit par friction à la main sous un robinet soit en utilisant un prototype de machine à dépelliculer spécialement conçu.

Le principe de cette machine consiste à faire tourner des brosses (type brosse à chien-dent) à l'intérieur d'un cylindre vertical à parois ondulées percées de petits trous et traversées par un courant d'eau. Le cylindre est lui-même placé dans un récipient comportant une évacuation d'eau. Les graines ayant subi la précuisson dans les solutions de sels ou d'hydroxydes sont placées à l'intérieur du cylindre central. Les brosses fixées à un axe central mis en rotation par un petit moteur de laboratoire, détachant par friction les pellicules qui sont ensuite entraînées par le courant d'eau à travers les trous du cylindre central et se retrouvent pour une part au fond du récipient et pour une autre part dans les eaux évacuées. Les graines sont retirées après trois minutes de rotation. Le principe de cette machine et son efficacité sont satisfaisants mais son utilisation n'a pas pu se poursuivre au-delà de quelques essais faute de pouvoir se procurer un moteur à variation continue de vitesse assez puissant et des rouages permettant une rotation régulière de l'axe.

### Préparations culinaires

Toutes les préparations étudiées à base de feuilles ou de graines entières sont des préparations traditionnelles camerounaises pour lesquelles nous nous sommes bornés à substituer, en respectant les proportions, à certains des ingrédients habituels des feuilles ou des graines de haricot ailé.

Les gousses ont été incorporées après découpage en morceaux plus ou moins grands, à la place des feuilles de certaines préparations traditionnelles.

La farine précuite de graines dépelliculées de haricot ailé a été introduite en substitution partielle des farines de manioc et d'igname dans les fofous, bouillies et beignets et en remplacement de la pâte d'arachide dans les sauces.

Des échantillons représentatifs en vue d'analyses ont été immédiatement congelés avant d'être séchés sous vide à une température inférieure à 50°C et broyés dans un broyeur à percussion de type DANGOUMILL 300.

### Tests d'acceptabilité

Trois sortes de tests ont été utilisés :

— épreuves de notation par intervalle en utilisant une échelle hédonique à 6 points pour des plats présentés à plus de soixante sujets ;

— épreuves par paire effectuées chez des populations rurales pour comparer des préparations de type fofou ou bouillie avec et sans incorporation de farine de graines de haricot ailé ;

épreuves par paire où il était demandé à chaque panéliste de noter chacun des 2 plats comparés en utilisant une échelle hédonique à 7 points. Les questions portaient sur l'aspect, l'odeur, la consistance dans la bouche, le goût et l'appréciation générale des plats et s'adressaient à 18 panélistes de sexe, d'âge, d'ethnies, de niveaux d'instruction et de revenus différents, sélectionnés après des tests de reconnaissance des odeurs et des goûts. Le panel s'est tenu dans un laboratoire aménagé de telle façon que chaque panéliste soit isolé des autres. A chaque séance, située entre 11 h et 12 h, 6 comparaisons de plats ont été effectuées ; les plats étaient servis chauds et dans des récipients identiques.

### Méthodes d'analyses chimiques

La détermination des teneurs en nutriments et l'estimation de l'énergie utile des préparations ont été faites selon les méthodes décrites par NOUBI et TRECHE (1985). Les teneurs en lysine disponible ont été mesurées par la méthode de CARPENTER (1960) modifiée par BOOTH (1971).

Les facteurs antitypsiques ont été dosés, après extraction à pH 12, par la méthode de KAKADE et al. (1974).

L'activité antitrypsique due aux tannins a été estimée par différence entre les activités antitrypsiques, dosés selon KAKADE *et al.* (1974) de deux extraits à pH 2 dont l'un contenait 1 pour cent de polyvinylpyrrolidone (PVP) qui neutralise l'action inhibitrice des tannins (VALDEBOUZE *et al.*, 1980).

Les facteurs antichymotrypsiques ont été mesurés en transposant la méthode de KAKADE *et al.* (1974) au substrat spécifique de ERLANGER *et al.* 1966) et en utilisant les extraits à pH2 contenant 1 pour cent de PVP.

L'activité hémagglutinante a été dosée par la méthode employée par GRANT *et al.* (1983) en utilisant des globules rouges humains (groupe 0<sup>+</sup>).

Les teneurs en acide phytique ont été déterminées par la méthode de HAUG et LANTZSCH (1983).

#### Méthodes d'analyses statistiques

Les effets de la variété, de la date de récolte et de la durée de stockage sur l'appétitude à la conservation ont été testés, ainsi que leurs interactions par analyse de variance dans une expérience factorielle (3 x 3 x 4) SNEDECOR et COCHRAN, (1971).

La signification des différences de qualités organoleptiques des plats présentés au cours des épreuves par paire a été faite par le test du signe.

#### RÉSULTATS ET DISCUSSION

##### Aptitude à la conservation des graines

Les variations de la moyenne des poids de 100 graines des 3 variétés au cours de leur stockage sont simultanées quelle que soit leur date de récolte (figure 1) : elles semblent très fortement influencées par l'hygrométrie ambiante.

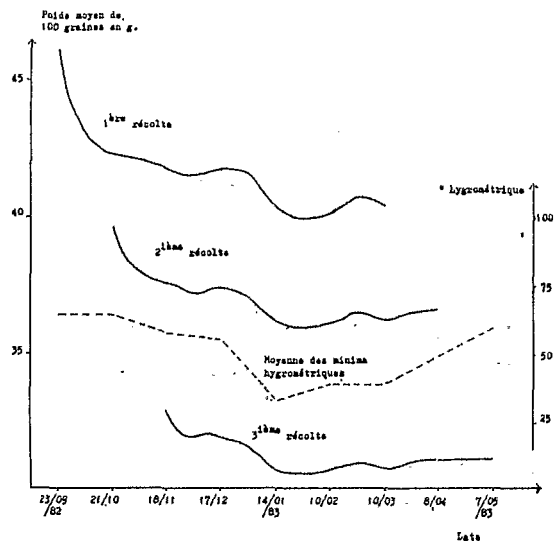


Figure 1 : Evolution de la moyenne des poids de 100 graines de trois variétés en fonction de la date de récolte et de la durée de conservation.

L'augmentation de teneur en matière sèche au cours de la conservation s'accompagne d'une légère diminution de la teneur en protéines et d'une augmentation très nette des fibres dosées (Tableau 1). Sur les variables étudiées, l'effet de la variété est beaucoup plus faible que celui de la date de récolte qui pourrait intervenir non seulement par des différences de stades physiologiques de la plante mais aussi par les différences de conditions climatiques au moment de la récolte. Des études plus approfondies seraient nécessaires pour vérifier si les modifications importantes qui interviennent dans la fraction des glucides membranaires s'accompagnent d'un phénomène de durcissement, responsable d'une augmentation du temps nécessaire de cuisson, comme chez le haricot commun (JACKSON et VARRIANO-MARSTON, 1981; KON et SANSHUCK, 1981; JONES et BOULTER, 1983). (Tableau 1).

Tableau 1: Influence de la variété, de la date de récolte et de la durée de stockage sur l'appétitude à la conservation des graines de haricot ailé.

Durée de Conservation :	Matière Sèche (1)	Protéines brutes (2)	Indigestible glucidique (2)	A.D.F (2)
0	81,6 ± 1,1 <sup>a</sup>	35,2 ± 0,5 <sup>a</sup>	14,6 ± 0,6 <sup>a</sup>	17,4 ± 0,9 <sup>a</sup>
4 semaines	86,8 ± 0,4 <sup>b</sup>	35,0 ± 0,8 <sup>a</sup>	14,9 ± 0,4 <sup>a</sup>	17,4 ± 0,6 <sup>a</sup>
12 semaines	90,1 ± 0,6 <sup>c</sup>	34,6 ± 0,5 <sup>ab</sup>	17,6 ± 1,6 <sup>a</sup>	20,4 ± 1,6 <sup>ab</sup>
24 semaines	89,6 ± 0,2 <sup>c</sup>	33,2 ± 0,9 <sup>b</sup>	25,2 ± 0,9 <sup>b</sup>	25,0 ± 0,9 <sup>b</sup>

Niveau de signification des effets :				
variété (V)	n.s.	p<0,05	n.s.	n.s.
date de récolte (R)	p<0,001	p<0,05	p<0,001	p<0,001
durée de conservation (C)	p<0,001	p<0,05	p<0,001	p<0,001
et interactions :				
V x R	n.s.	p<0,05	n.s.	n.s.
V x C	n.s.	n.s.	p<0,01	n.s.
R x C	p<0,001	n.s.	p<0,01	n.s.

(1) en g. p. 100 g. de matière brute

(2) en g. p. 100 g. de matière sèche

n.s. : non significatif

Moyennes obtenues pour 3 récoltes sur 3 variétés ± écart-type de la moyenne.

Dans chaque colonne, les moyennes non suivies par une lettre commune sont significativement différentes au niveau indiqué pour l'effet durée de conservation.

La comparaison après 24 semaines de conservation des lots traités et non traités de graines de plusieurs variétés de haricot ailé, haricot commun, niébé et soja met en évidence la grande sensibilité des variétés de niébé aux attaques des insectes (Tableau 2). Alors que chez les autres espèces le traitement ne modifie pas de façon sensible les pertes de poids et les teneurs en eau après stockage, chez les variétés de Niébé on observe dans les lots non traités une perte de poids importante qui s'accompagne d'une diminution de teneur en matière sèche et d'une augmentation très forte des matières azotées probablement en raison de l'accumulation d'excréments d'insectes.

Cet essai ne permet pas de préjuger du comportement des graines de haricot ailé dans d'autres conditions de stockage ; il met néanmoins en évidence leur faible susceptibilité aux attaques d'insectes particulièrement dévastateurs lors du stockage de niébé. (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques de lots de graines de plusieurs espèces de légumineuses traitées ou non traitées contre les insectes après 24 semaines de stockage dans des conditions identiques.

Espèce	Haricot ailé		Haricot Commun		Niébé		Soja			
	Variété	Toanto	Tinge	Noir	Rouge	V570	V576	Noir	S166	S239
Pourcentage de graines attaquées	NT	11,8	9,4	1,0	0,6	68,7	77,6	2,9	0,0	0,6
	T	8,7	9,7	1,2	2,4	7,2	12,0	1,4	0,3	0,1
Pertes de poids (en % du poids initial)	NT	5,6	3,9	1,7	2,0	18,7	22,3	6,7	3,0	2,3
	T	5,4	3,8	1,0	1,4	4,6	5,2	6,3	1,9	1,6
Teneur en matière sèche (en g p. 100g MB)	NT	88,1	87,6	87,2	87,7	83,7	78,5	90,0	90,3	89,9
	T	87,3	87,6	87,0	87,5	86,5	85,8	90,0	89,7	89,6
Poids sec de 100 graines en g.	NT	29,8	28,3	21,8	40,6	6,7	7,7	7,7	9,7	9,6
	T	29,6	27,6	21,9	39,6	7,9	11,2	7,9	10,4	9,8
Teneur en protéines brutes (en g p. 100g MS)	NT	34,9	34,1	24,8	24,3	25,8	32,8	36,1	37,4	34,4
	T	35,8	34,4	23,5	22,2	22,3	24,7	34,6	36,1	35,2

NT : non traité  
T : traité

#### Aptitude à la conservation des tubercules

Les pertes de poids enregistrées sur les tubercules de haricot ailé pendant les 8 premières semaines de conservation sont considérables (Figure 2) ; elles sont 3 à 7 fois supérieures à celles observées sur des ignames (TRECHE et GUION, 1979). (Figure 2).

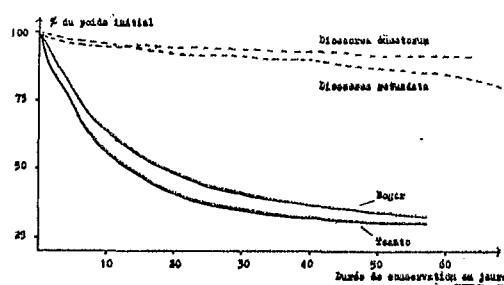


Figure 2 : Pertes de poids comparées des tubercules de haricot ailé et des tubercules d'ignames.

La comparaison de la composition chimique des tubercules à la récolte et après 8 semaines de conservation montre que la perte de poids est essentiellement due à la déshydratation des tubercules (Tableau 3). Au cours du stockage, les teneurs des tubercules en protéines brutes et en hémicelluloses augmentent alors que les teneurs en cellulose + lignine diminuent légèrement.

La facilité avec laquelle les tubercules se déshydratent pourrait encourager leur transformation en farine. (Tableau 3).

Science and Technology Review, (Health Sci.) 1986. Tome III, No 1-2 : 37-60

Tableau 3 : Variations de composition chimique des tubercules au cours des huit premières semaines de conservation.

Variété :	BOGOR		TOANTO		
	Durée de Conservation	0	8 semaines	0	8 semaines
Matière sèche (1)		28,8	73,6	27,2	76,7
Protéines brutes (2)		15,2	18,4	15,3	18,6
Lipides (2)		0,51	0,40	0,50	0,54
Amidon (2)		56,2	58,6	55,3	56,8
N.D.F. (2)		15,9	17,2	16,4	19,5
A.D.F. (2)		11,5	8,1	11,6	10,6
Indigestible (2) glucidique		10,9	8,5	11,6	10,4
Cendres (2)		2,3	2,1	1,8	2,3

(1) en g. p. 100g de matière brute

(2) en g p 100g. de matière sèche

#### Influence de la cuisson sur la valeur nutritionnelle des feuilles, gousses vertes et graines (Tableau 4).

Pour les trois organes, la cuisson est responsable d'une augmentation des teneurs en glucides membranaires et d'une diminution des teneurs en sucres solubles et en cendres.

La teneur en protéines brutes n'est pas modifiée dans les feuilles, elle diminue dans les gousses et augmente dans les graines ; la disponibilité de la lysine ne semble pas affectée. (Tableau 4).

La cuisson réduit considérablement les activités antitrypsiques et antichymotrypsiques des trois organes. Dans les graines où l'activité antitrypsique avant cuisson est comparable à celle du soja (LIENER, 1980), l'activité résiduelle n'est que de 6 pour cent ce qui constitue un résultat tout à fait satisfaisant d'un point de vue nutritionnel (RACKIS et al., 1975). De plus, si chez le rat les inhibiteurs tryptiques des organes crus de haricot ailé sont responsables d'hypertrophie pancréatique et, dans une faible mesure du retard de croissance (CHAN et DE LUMEN, 1982), chez l'homme qui n'est pas supposé présenter d'hypertrophie pancréatique (LIENER, 1977), ces inhibiteurs, principalement de type KUNITZ (KORTT, 1979) inactivés par le suc gastrique (KROGDAHL et HOLM, 1981), sont actifs sur la principale forme de la trypsine humaine (FEENEY et al., 1969). Cette faible activité et leur apparente facilité de destruction au cours de la cuisson font que les inhibiteurs tryptiques des graines cuites sont sans incidences nutritionnelles chez l'homme.

Le pourcentage d'activité antitrypsique dû aux tannins est du même ordre dans les graines crues et cuites : cette activité est donc réduite par la cuisson dans les mêmes proportions que l'activité antitrypsique totale. En fait les tannins des graines de haricot ailé ont comme les tannins des sorghos du groupe II (PRICE et al., 1978) la propriété de pouvoir être extraits en milieu acide (TAN et al., 1983) et de ne pas l'être par le méthanol (PRICE et al., 1980) : l'importance nutritionnelle de ce type de tannins serait, selon ASQUITH et al. (1983), faible.

Les quantités mesurées d'inhibiteurs de la chymotrypsine sont faibles : le fait que leur extraction ait été faite en milieu acide pourrait en être la raison car, le plus souvent, leurs activités sont comparables à celles des inhibiteurs tryptiques (HAFEZ et al., 1984). Dans les graines, le type KUNITZ, peu actif chez l'homme, serait prépondérant (KORTT, 1980).

Revue Science et Technique, (Sci. Santé) 1986. Tome III, N° 1-2 : 37-60

Tableau 4 : Influence de la cuisson sur les teneurs en nutriments et les activités antinutritionnelles des feuilles, gousses vertes et graines.

		Feuilles		Gousses vertes		Graines	
		Crues	Cuites	Crues	Cuites	Crues	Cuites
Protéines brutes	(1)	32,1	32,1	31,9	27,4	35,6	39,0
Lipides	(1)	3,4	3,2	1,5	1,0	19,3	22,2
Sucres alcoolosolubles	(1)	5,1	1,8	4,3	4,3	7,3	2,4
Glucose	(1)	1,23	0,30	1,22	1,16	0,08	0,06
Saccharose	(1)	0,95	0,03	1,03	1,68	3,81	0,99
Fructose total	(1)	2,96	0,75	0,90	0,42	4,08	1,09
Indigestible glucidique	(1)	19,1	29,3	24,9	34,2	19,1	22,5
A.D.F.	(1)	21,5	31,3	28,2	42,0	22,5	32,7
Cendres	(1)	6,1	2,1	8,1	2,9	4,0	3,1
Lysine disponible en g.- p 16 g. d'azote		4,4	4,5	3,7	3,9	5,9	5,8
Inhibiteurs de la trypsine TUI/g. M.S.		3500	1800	5900	300	36800	1900
Pourcentage de l'activité antitrypsique dû aux tannins		0	0	0	0	26	20
Inhibiteurs de la chymotrypsine en CUI/g M.S.		4000	1800	3600	n.d	4900	1600
Activité hémagglutinante	(2)	> 12,5	> 12,2	3,12	> 12,5	0,78	> 12,5
Acide phytique en mg/g. M.S.		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10,8	6,1

(1) en g. p 100g de matière sèche

(2) quantité de produit en milligramme nécessaire pour obtenir 50 pour cent d'agglutination des globules rouges dans les conditions expérimentales

n d : non déterminé

L'activité hémagglutinante mesurée dans les graines est comparable à celles mesurées par la même méthode par GRANT *et al.* (1983) et KORTT (1983) ; la cuisson assure sa destruction quasi complète. Dans les gousses crues, l'activité n'est pas négligeable et pourrait avoir des interférences nutritionnelles dans le cas d'une consommation excessive ; il est probable que cette activité soit liée au stade de maturation (LIENER, 1980) et qu'elle soit moins élevée dans les très jeunes gousses.

Les teneurs en acide phytique des graines crues sont voisines de celles reportées par TAN *et al.* (1983) : elles seraient sans importance nutritionnelle d'autant que sensiblement diminuées après cuisson.

#### Essais de dépelliculage des graines

Les graines dépelliculées après cuisson ont des teneurs en protéines brutes et lipides sensiblement supérieures aux graines entières crues ou cuites (Tableau 5) : leurs teneurs en fibres, en particulier N.D.F. et pentosanes sont fortement diminuées. (Tableau 5).

Tableau 5 : Influence du dépelliculage après trempage dans une solution saline et cuisson de 30 mn sur la valeur nutritionnelle des graines

		Graines crues entières	Graines cuites entières	Graines cuites dépelliculées	Pellicule enlevée après cuisson
Matière sèche	(1)	85,0	38,2	30,2	36,5
Protéines brutes	(2)	35,3	36,7	42,2	12,4
Lipides	(2)	19,9	19,9	24,5	1,8
N.D.F.	(2)	19,5	18,5	7,4	67,7
A.D.F.	(2)	24,4	22,0	16,6	57,3
Indigestible glucidique	(2)	19,1	23,1	19,1	61,0
Pentosanes	(2)	5,2	5,0	2,7	15,7
Cendres	(3)	4,9	3,8	4,2	3,2
Phosphore	(3)	450	521	570	136
Calcium	(3)	450	194	197	97
Potassium	(3)	1060	314	286	350
Sodium	(3)	8	383	372	485
Fer	(3)	11,3	3,0	3,9	5,9
Lysine disponible en g. p. 16 g d'azote		5,9	5,7	6,4	n.d.
Inhibiteurs de la trypsine en TUI/g. M.S.		36900	4300	2000	n.d.
Pourcentage de l'activité antitrypsique dû aux tannins		25	20	0	n.d.
Inhibiteurs de la chymotrypsine en CUI/g M.S.		4700	600	700	n.d.
Activité hémagglutinante	(4)	0,78	> 12,5	> 12,5	n.d.
Acide phytique en mg/g M.S.		10,8	4,5	4,8	n.d.

(1) en g. p 100g. de matière brute

(2) en g. p. 100g. de matière sèche

(3) en mg. p. 100g de matière sèche

(4) Quantité de produit en milligramme nécessaire pour obtenir 50 pour cent d'agglutination des globules rouges dans les conditions expérimentales

n d : non déterminé

Les teneurs en NDF dans les graines dépelliculées sont encore plus nettement que dans les graines entières inférieures aux teneurs en A.D.F. : ces résultats sont semblables à ceux obtenus par OKEZIE et MARTIN (1980) et semblent confirmer l'inadéquation de ces méthodes de dosages à l'étude des fibres des graines de haricot ailé. Signalons toutefois que GARCIA et PALMER (1980a) dont les résultats sont par ailleurs conformes aux nôtres, n'ont pas observé cette anomalie dans le dosage des fibres que les graines soient entières ou dépelliculées.

Le dépelliculage, diminue de moitié l'activité antitrypsique résiduelle des graines ; cette diminution résulterait pour une part importante de l'élimination d'une proportion élevée des tannins surtout présents dans les pellicules (SATHE et SALUNKHE, 1981).

L'influence du dépelliculage sur les autres activités antinutritionnelles est négligeable en raison de leurs faibles niveaux résiduels après cuisson.

Les faibles différences de teneurs en lysine et en acide phytique des graines cuites entières et dépelliculées s'expliquent par le fait que la teneur en lysine des pellicules est inférieure à celle de la graine entière (OKEZIE et MARTIN, 1980) et que l'acide phytique est exclusivement contenu dans les cotylédons (REDDY et al. 1982):

Les essais entrepris pour déterminer la meilleure source d'ions monovalents et leurs concentrations optimales en vue d'obtenir un dépelliculage facile et efficace après trempage pendant 20 mn dans les solutions bouillantes montrent que :

- ce sont les hydroxydes (potasse et soude) qui sont les plus efficaces (Tableau 6) ;
- l'association soude + potasse (ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ) ne donne pas de meilleurs résultats que la soude seule, (Tableau 6 et 7).

Tableau 6 : Influence de la source d'ions monovalents dans la solution de trempage des graines sur l'efficacité du dépelliculage.

Source d'ions monovalents (0,5 mole d'ions (1) par litre)	Pourcentage de graines dépelliculées après 5 mn de friction à la main sous un robinet
Na OH	96
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	14
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	25
NaCl	16
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	46
$\text{NaHCO}_3$	28
K OH	93

(1) 100 g de graines sont trempées pendant 20 mn dans 250 ml de solution bouillante.

Tableau 7 : Influence des proportions de soude et de potasse dans la solution de trempage des graines sur l'efficacité du dépelliculage.

Proportion relative de :		Pourcentage de graines entièrement dépelliculées	Pourcentage de graines entièrement ou partiellement dépelliculées
Soude	Potasse		
100	0	78,7	98,4
75	25	61,1	99,0
50	50	67,1	99,5
25	75	78,9	98,5
0	100	65,1	98,5

Les graines sont trempées pendant 20 mn dans les solutions bouillantes dont la concentration totale en ions monovalents est de 0,25 mole/l. (rapport graines/solution : 1/2,5, P/P).

Science and Technology Review, (Health Sci.) 1986. Tome III, No 1-2 : 37-60

- des concentrations en soude de l'ordre de 1 pour cent sont suffisantes pour permettre un bon dépelliculage (tableau 8, figure 3) ;

Tableau 8 : Influence de la concentration en soude dans la solution de trempage des graines sur l'efficacité du dépelliculage.

Concentration en soude (en % dans l'eau de cuisson (1))	Pourcentage de graines entièrement dépelliculées	Pourcentage de graines entièrement ou partiellement dépelliculées
0,10	13,6	29,4
0,25	41,9	79,8
0,50	48,6	91,4
0,75	64,8	96,2
1,00	78,7	98,4
1,50	81,8	99,7
2,00	86,6	99,4

(1) Les graines sont trempées dans la solution bouillante pendant 20 mn dans le rapport 1/2,5 (P/P).

Des études complémentaires seraient nécessaires pour déterminer, pour chaque concentration, la durée optimale de trempage fixée empiriquement à 20 mn dans nos essais, et pour vérifier que les procédés utilisés n'altèrent pas les qualités organoleptiques des graines qu'elles soient consommées après cuisson ou après transformation sous forme de farine.

Les résultats obtenus, pour différentes concentrations de soude, par friction à la main standardisée et en utilisant notre prototype de machine à dépelliculer sont peu différents, sauf avec de faibles concentrations de soude, pour lesquelles la méthode manuelle est plus efficace (Figure 3).

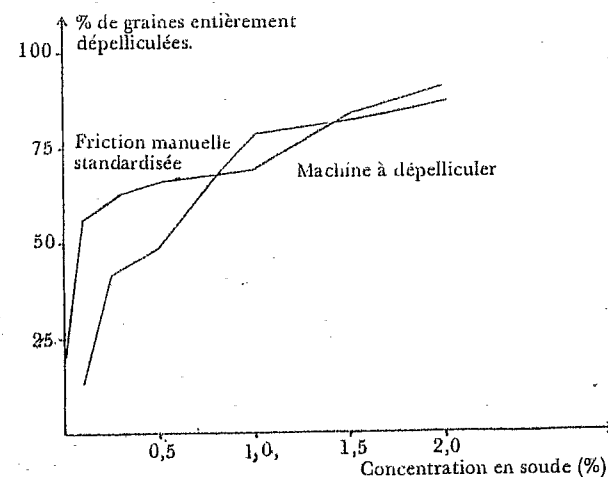


Figure 3 : Influence de la concentration en soude dans la solution bouillante (20 mn d'immersion) sur l'efficacité du dépelliculage.

Revue Science et Technique, (Sci. Santé) 1986. Tome III, N° 1-2 : 37-60

### Acceptabilité et valeur nutritionnelle de quelques préparations culinaires

Les premiers tests (Tableau 9) réalisés dans 5 villages du département de la Haute-Sanaga auprès de 68 personnes (21 femmes, 47 hommes) appartenant à 19 ethnies différentes ont montré l'acceptabilité de deux plats préparés à base de feuilles et gousses. Toutefois, on remarque que le «Ndolé» dans lequel les feuilles de haricot ailé remplaçaient, sans changement d'aspect, les feuilles de vermonia habituellement utilisées a été davantage apprécié que le plat de gousses à la sauce poisson où les gousses, non traditionnellement consommées au Cameroun, étaient reconnaissables bien que découpées en fines tranches de 2 à 3 mm d'épaisseur. Sur 68 personnes interrogées à la suite de la dégustation, 67 se sont déclarées intéressées par le haricot ailé et prêtes à en cultiver.

Tableau 9 : Acceptabilité de deux plats à base de feuilles et gousses de haricot ailé auprès d'une population rurale.

	Ndolé aux feuilles de haricot ailé		Gousses vertes de haricot ailé à la sauce poisson	
Présentation :				
très bonne	68		40	
bonne	29	97	27	67
acceptable	3		27	
médiocre	0		3	
mauvaise	0		0	
très mauvaise	0		0	
Odeur :				
très bonne	49		33	
bonne	43	81	43	76
acceptable	9		10	
médiocre	0		12	
mauvaise	0		0	
très mauvaise	0		2	
Goût :				
très bon	53		37	
bon	35	88	31	68
acceptable	12		15	
médiocre	0		11	
mauvais	0		4	
très mauvais	0		2	

EN p. 100 des personnes interrogées.

L'incorporation de farine de graines dépelliculées dans des bouillies d'igname a également donné des résultats encourageants (Tableau 10) : environ 40 pour cent des enfants de 7 à 14 ans interrogés ont préféré les bouillies dans lesquelles 20 et 30 pour cent de la farine d'igname avait été remplacée par de la farine de haricot ailé aux bouillies d'igname pure (*Dioscorea dumetorum*). Notons que l'incorporation de 20 pour cent de farine de haricot ailé fait passer la teneur en protéines de la bouillie, sur la base du poids sec, de 9,0 à 15,2 pour cent. (Tableau 10).

Science and Technology Review, (Health Sci.) 1986. Tome III, No 1-2 : 37-60

Tableau 10 : Comparaison de l'acceptabilité de bouillies d'igname pure à des bouillies d'igname incorporées par de la farine de graines de haricot ailé auprès d'enfants de 7 à 14 ans en zone rurale.

Villages	Nombre de panelistes	Comparaison 1		Comparaison 2	
		Igname pure	Igname avec 20 p. 100 de haricot ailé	Igname pure	Igname avec 30 p. 100 de haricot ailé
Bana	37	59	41	51	49
Bibey	62	54	46	56	44
Mbezoa	78	71	29	66	34
Moyenne	177	63	37	59	41

Pourcentage de panelistes ayant préféré l'un ou l'autre plat de chaque comparaison.

Des essais d'incorporation de farine de haricot ailé dans des «foufous» d'igname préparés à partir de farine d'igname précuite (TRECHE et al., 1983) ont donné des résultats divergents selon l'origine ethnique des personnes interrogées : à Mbezoa le «foufou» d'igname incorporé par 20 pour cent de farine de haricot ailé a été préféré par 17 des 25 personnes originaires du Nord Cameroun au témoin igname pure (les deux «foufous» étaient présentés avec la même sauce gombo) à Mfoula et Bibey, 20 des 28 personnes interrogées natives de la Haute Sanaga ont préféré le témoin sans farine de haricot ailé (les deux plats étaient présentés avec une sauce arachide).

Les comparaisons effectuées au laboratoire auprès de 18 panelistes (tableaux 11 et 12) et les analyses faites sur les plats présentés (tableau 13) permettent de mettre en évidence que :

- les feuilles de haricot ailé peuvent remplacer les feuilles traditionnellement utilisées dans le «Ndolé amer» et le «Ndolé Douala» mais que cette substitution n'améliore pas la valeur nutritionnelle des plats

- dans les préparations de légumes en sauce arachide ou sauce poisson les panelistes préfèrent en majorité les feuilles de manioc aux feuilles ou aux feuilles + gousses de haricot ailé. Toutefois les différences ne sont significatives que pour l'aspect et la consistance dans la bouche et 80 pour cent des panelistes qui préfèrent les feuilles de manioc se déclarent prêts à consommer régulièrement les deux autres plats. Comme pour le «Ndolé» le remplacement des feuilles de manioc ne modifie pas la valeur nutritionnelle des plats

- l'ensemble des panelistes préfèrent le ragoût de haricot commun aux ragoûts de haricot ailé que les graines soient pelées ou non. Le dépelliculage des graines dans les ragoûts de haricot ailé améliore le jugement porté par les panelistes mais seulement 40 pour cent d'entre eux se déclarent prêts à en consommer s'ils ne disposent pas de haricot commun. La valeur nutritionnelle des ragoûts préparés avec les graines de haricot ailé est sensiblement supérieure à celle des ragoûts de haricot (52 pour cent de protéines brutes et 35 pour cent de lysine disponible en plus)

- les panelistes préfèrent la sauce arachide traditionnelle à une sauce dans laquelle la farine de graines de haricot ailé remplace la pâte d'arachide. Toutefois 74 pour cent se déclarent prêts à en consommer à l'occasion. Notons que la sauce à base de haricot ailé est sensiblement plus riche en protéines mais plus pauvre en lipides et par conséquent en énergie, que la sauce arachide

Revue Science et Technique, (Sci. Santé) 1986. Tome III, N° 1-2 : 37-60



Tableau 11 : Comparaison des qualités organoleptiques de plats traditionnels à des préparations où des feuilles et gousses de haricot ailé remplacent les ingrédients habituellement utilisés.

		Aspect	Odeur	Consistance dans la bouche	Goût	Appréciation générale
« Ndole douala	Traditionnel	5,00 (58)	4,75 (42)	4,64 (25)	4,61 (33)	4,78 (36)
	feuilles h.a.	4,72 (25)	4,61 (36)	5,14 (53)	5,06 (61)	5,22 (58)
« Ndole amer »	traditionnel	4,89 (61)	4,72 (50)	4,94 (17)	4,56 (17)	4,72 (28)
	feuilles h.a.	4,67 (28)	4,67 (28)	4,89 (61)	5,17 (67)	5,11 (67)
Légumes en sauce	1	feuilles manioc (83)	4,39 (61)	4,83 (67)	4,56 (44)	4,61 (61)
	2	feuilles h.a. (6)	3,94 (17)	4,39 (22)	4,67 (44)	4,33 (33)
arachide	1	feuilles manioc (72)	4,53 (50)	4,82 (67)	4,82 (67)	4,72 (72)
	2	Feuilles + gousses h.a. (22)	4,33 (28)	4,41 (28)	4,47 (22)	4,39 (28)
Légumes en sauce	1	feuilles manioc (72)	4,94 (72)	4,89 (78)	4,65 (83)	4,78 (89)
	2	feuilles h.a. (17)	4,00 (17)	3,83 (11)	3,88 (11)	3,94 (11)
poisson	1	feuilles manioc (67)	4,66 (67)	4,39 (44)	4,94 (56)	4,88 (67)
	2	feuilles + gousses h.a. (22)	4,17 (38)	4,39 (17)	4,52 (33)	4,61 (28)
poisson	1	feuilles h.a. (39)	4,56 (28)	4,56 (22)	4,44 (28)	4,44 (28)
	2	feuilles + gousses h.a. (28)	4,44 (28)	4,61 (39)	4,94 (56)	4,78 (61)

\* Moyenne des notes données par les 18 panélistes (échelle hédonique de 0 à 6).  
 \* Entre parenthèse : le pourcentage de panélistes ayant préféré l'un ou l'autre plat de la comparaison.  
 \* n.s. : non significatif (test du signe).

• L'introduction de 20 pour cent de farine de graines de haricot ailé dans la farine de manioc utilisée pour la confection du couscous améliore très nettement la valeur nutritionnelle du plat : les teneurs en protéines brutes et lysine disponible sont multipliées par 6. Toutefois à ce taux d'incorporation le couscous enrichi est peu apprécié. Des études ultérieures (FOTSO et TRECHE résultats non publiés) ont montré que le taux d'incorporation de farine de graines de légumineuses dans la farine de manioc doit rester inférieur à 12 pour cent pour que les couscous conservent leurs qualités organoleptiques.

• L'incorporation dans la farine d'igname avant la reconstitution sous forme de «foufou» ou de bouillie ne modifie pas de façon significative les qualités organoleptiques, sauf l'aspect, des plats. Les «foufous» enrichis ou non sont peu appréciés, par contre les bouillies, dans lesquelles l'incorporation de 30 pour cent de farine de haricot ailé triple les teneurs en protéines et lysine disponible, sont bien acceptées.

La substitution de 20 pour cent de la farine de manioc par de la farine de graines de haricot ailé dans la pâte à beignet ne modifie pas leur acceptabilité et augmente considérablement leurs teneurs en protéines et en lysine disponible

Dans aucun des plats l'activité des inhibiteurs de la trypsine et les teneurs en acide phytique n'atteignent des niveaux susceptibles d'avoir des répercussions sur l'utilisation digestive des plats

Tableau 12. Comparaison des qualités organoleptiques de plats traditionnels à des préparations où des graines ou de la farine de haricot ailé se substituent entièrement ou partiellement aux ingrédients habituellement utilisés.

		Aspect	Odeur	Consistance dans la bouche	Goût	Appréciation générale
Ragout	1	Commun	5,06 (89)	5,06 (83)	5,39 (94)	5,33 (100)
	2	ailé non pelé	3,39 (11)	3,50 (6)	2,00 (6)	2,06 (0)
de haricot	1	Commun	5,18 (22)	5,00 (67)	5,35 (94)	5,11 (89)
	2	ailé pelé	4,12 (78)	4,24 (22)	3,18 (6)	3,35 (6)
3	ailé non pelé	3,17 (6)	3,44 (6)	2,83 (6)	2,83 (6)	
	ailé pelé	4,67 (89)	4,28 (67)	3,83 (89)	4,00 (94)	
Sauce pour couscous et foufou	1	arachide	5,09 (77)	4,97 (74)	5,20 (80)	5,17 (100)
	2	haricot ailé	4,17 (23)	4,11 (11)	4,05 (14)	3,51 (0)
Couscous	1	manioc pur	5,06 (100)	4,61 (67)	5,00 (94)	5,06 (89)
	2	80% manioc 20% h. ailé	3,44 (0)	3,61 (11)	2,33 (6)	2,17 (0)
Foufou	1	igname pure	4,44 (89)	3,29 (67)	2,88 (33)	2,72 (39)
	2	75% igname 25% h. ailé	3,05 (6)	2,28 (17)	2,94 (50)	2,66 (50)
Bouillie	1	igname pure	5,11 (83)	3,94 (39)	4,44 (33)	4,17 (44)
	2	76% igname 30% h. ailé	4,00 (6)	4,11 (39)	4,50 (28)	4,28 (39)
Beignet	1	manioc	5,06 (44)	4,83 (28)	4,62 (28)	4,83 (17)
	2	80% manioc 20% h. ailé	4,72 (17)	4,72 (33)	4,81 (44)	5,00 (33)

\* Moyenne des notes données par les 18 panélistes (échelle hédonique de 0 à 6).  
 \* Entre parenthèse : le pourcentage de panélistes ayant préféré l'un ou l'autre plat de la comparaison.  
 \* n.s. : non significatif (test du signe).

Tableau 13 : Comparaison de la valeur nutritionnelle des plats présentés aux panélistes

	Protéines brutes	Lipides	Energie utile	Lysine disponible	Acide phytique	Inhibi- teurs de la tryp- sine
	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(4)
Ndole						
«amer»	20,8	66,6	641	1,02	1,6	1 810
«douala»	18,9	68,8	653	0,92	2,1	1 670
«feuilles h. ailé»	20,5	67,3	643	0,80	0,3	1 100
Légumes en sauce arachide :						
feuilles manioc	27,0	45,8	541	1,10	3,0	1 230
feuilles h. ailé	26,8	49,0	558	0,96	3,9	2 060
feuilles + gousses h.a.	24,8	44,8	533	0,88	3,8	1 540
Légumes en sauce arachide + poisson :						
feuilles manioc	35,2	41,8	527	1,77	1,6	1 710
feuilles h. a	34,9	43,5	539	1,57	2,8	1 910
feuilles + gousses h. a.	34,1	39,0	514	1,52	2,7	1 610
Ragoût de :						
haricot commun	17,7	29,8	505	0,98	4,5	1 470
h. a. non pelé	27,0	34,9	518	1,33	6,3	1 490
haricot ailé pelé	27,9	35,8	522	1,37	5,9	1 640
Sauce						
arachide	22,9	57,3	612	1,13	3,0	1 480
haricot ailé	26,2	46,2	553	1,34	2,9	1 220
Couscous manioc						
pur	1,6	0,4	398	0,11	0,6	490
80 % Manioc + 20% h.a	9,6	4,8	412	0,58	3,5	960
Foufou igname						
pure	9,6	0,7	387	0,31	1,6	1 490
75 % igname + 25% h.a	14,1	5,8	402	0,63	3,8	1 400
Bouillie igname:						
pure	5,0	0,4	395	0,18	0,5	1 160
70 % Igname + 30% h.a	13,3	5,6	413	0,71	3,9	1 820
Beignet de manioc à la banane						
manioc pur	1,5	11,8	441	0,08	0,2	1 320
80 % Manioc + 20% h.a	7,4	11,8	439	0,32	2,3	940

- (1) en g. p. 100 g. de matière sèche  
 (2) en kcal p. 100 g. de matière sèche  
 (3) en mg p. 1 g. de matière sèche  
 (4) en TUI p. 1 g. de matière sèche.

## CONCLUSION

Au cours de leur stockage, les graines de haricot ailé n'ont pas été soumises aux attaques des insectes particulièrement dévastateurs pour les graines de niébé. Elles ont été sensibles aux variations d'hygrométrie et ont vu leurs teneurs en glucides membranaires augmenter de façon considérable.

Les tubercules stockés se sont déshydratés très rapidement et cette propriété pourrait faciliter leur transformation sous forme de farine si les quantités récoltées justifiaient que l'on s'y intéresse.

La cuisson est responsable d'une augmentation des teneurs en glucides membranaires et d'une diminution des teneurs en cendres dans les feuilles, gousses et graines. Elle provoque une diminution importante des teneurs en sucres solubles dans les feuilles et les graines et une baisse sensible de la teneur en protéines des gousses.

Son action sur les facteurs antinutritionnels est suffisante pour réduire leurs activités à des niveaux sans incidences nutritionnelles. Compte tenu des quantités mesurées dans les organes avant cuisson, et des données bibliographiques sur leur nature et propriétés respectives, seules les lectines des graines crues présentent un réel danger pour l'homme.

Le dépelliculage des graines en diminuant de façon sensible les teneurs en glucides membranaires, en augmentant les teneurs en protéines brutes et en lysine et en abaissant l'activité résiduelle des inhibiteurs de la trypsine, en particulier celle due aux tannins, améliore leur valeur nutritionnelle. Les essais en vue de faciliter le dépelliculage par trempage dans des solutions bouillantes de sels ou d'hydroxydes et la mise au point d'une machine à dépelliculer sont à poursuivre si l'on veut produire de la farine de graines dont l'intérêt nutritionnel est indéniable.

Substitués aux feuilles habituelles dans les plats traditionnels camerounais feuilles et gousses vertes sont bien acceptées mais ne modifient pas la valeur nutritionnelle des plats. Leur adoption dépendra de l'intérêt des consommateurs à diversifier leur alimentation sans bouleverser pour autant leurs habitudes alimentaires et surtout du jugement porté sur leur mode de production caractérisé par la possibilité de les récolter de façon régulière sur les mêmes plantes pendant 6 à 7 mois dans l'année.

Seule une transformation sous forme de farine permet d'envisager la consommation des graines. Cette farine peut se substituer partiellement aux farines habituelles pour la confection des bouillies et des beignets en conservant leurs qualités organoleptiques et en augmentant considérablement leur apport protéique. L'addition de farine de haricot ailé aux farines de manioc ou d'igname pour couscous et «foufou» est possible à condition de déterminer les taux d'incorporation optima.

Parmi les multiples potentialités nutritionnelles révélées dans la bibliographie (MASEFIELD, 1973 ; N.A.S., 1975 ; CLAYDON, 1975 ; 1978 ; KANTHA et ERDMAN, 1984), il ne reste, si l'on tient compte des possibilités de production autour de Yaoundé et des habitudes alimentaires de la population camerounaise, que la possibilité d'introduire les feuilles et les gousses dans les plats traditionnels si leurs caractéristiques de production ne vont pas à l'encontre des habitudes culturelles, et la transformation des graines en farine destinée à être substituée en partie aux farines utilisées traditionnellement de façon à enrichir en protéines des bouillies, beignets ou même des couscous ou «foufou». Cette utilisation de la farine de graines de haricot ailé ne pourra se vulgariser que lorsque les différentes étapes de sa production, en particulier le dépelliculage, auront fait l'objet d'études plus approfondies.

Cependant si l'enrichissement des farines locales par des farines de graines de légumineuses semble devoir être encouragé, il est nécessaire de faire un choix entre les différentes légumineuses susceptibles d'être utilisées : soja, haricot ailé mais aussi légumineuses implantées depuis plus longtemps au Cameroun comme le niébé, le

voandzou, le haricot commun ou le haricot de Lima. Ce choix devra se faire en tenant compte non seulement des aspects techniques et économiques de leur production mais aussi de l'aptitude de chacune des farines dans les différentes incorporations envisagées, à préserver les qualités organoleptiques des préparations et à améliorer leur valeur nutritionnelle : pour chaque type de plat (couscous de manioc, de maïs ou de mil ; bouillies de maïs, d'igname ou de mil, beignets) il serait nécessaire de déterminer, pour chaque farine de légumineuses, le taux d'incorporation optimum en tenant compte de leur évaluation sensorielle par les consommateurs potentiels et en comparant l'utilisation digestive et métabolique des farines composées.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. ALMAS, K. et BENDER, A.E., 1980 — Effect of heat treatment of legumes on available lysine. *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 31, pp. 448-452.
2. APPUKITTAN, P.S. et BASU, D., 1981 — Isolation of an N-acetyl-D-galactosamine binding protein from winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Anal. Biochem.*, Vol. 113, pp. 253-255.
3. ASQUITH, T.N., IZUNO, C.C. et BUTLER, L.G., 1983 — Characterization of the condensed tannin (proanthocyanidin) from a group II sorghum. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 31, pp. 1299-1303.
4. BESANÇON, P. 1978 — La valeur nutritionnelle des légumes secs et des protéines de légumineuses. *Rev. Fr. Diet.*, vol. 84, pp. 5-17.
5. BOOTH, V.H., 1971 — Problems in the determination of FDNB — Available lysine. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 22, pp. 658-665.
6. CARPENTER, K.J., 1960 — The estimation of the available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, vol. 77, pp. 604-610.
7. CERNY, K. et ADDY, H.A., 1973 — The winged bean (*Psophocarpus palustris* Desv.) in the treatment of kwashiorkor. *Br. J. Nutr.*, vol. 29, pp. 105-112.
8. CERNY, K., HOA, D.Q., DINH, N.L. et ZELENKA, N., 1981 — The winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* L./DC) as a major source of protein in infant nutrition. *Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Winged bean seminar*, Colombo, Sri Lanka, 19-23 Janvier.
9. CHAN, J. et DE LUMEN, O., 1982 — Biological effects of isolated trypsin inhibitor from winged bean on rats. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 30, pp. 46-50.
10. CLAYDON, A., 1975 — A review of the nutritional value of the winged bean with special reference to Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, vol. 3, pp. 103-114.
11. CLAYDON, A., 1978 — Winged bean. A food with many uses. *Plant Foods for Man*, vol. 2, pp. 203-224.
12. DE LUMEN, B.O. et BELO, P.S., 1981 — Inhibitors of trypsin and chymotrypsin in winged bean tubers. *J. Agr. Food Chem.*, vol. 29, pp. 884-886.
13. DE LUMEN, B.O. et SALAMAT, L.A., 1980 — Trypsin inhibitor activity in winged bean and the possible role of tannins. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 28, pp. 533-536.
14. DOBO, S.B. et OKEZIE, B.O., 1980 — Baking and organoleptic quality of composite flour bread with winged bean, triticale and wheat. *Bakers Digest* Decembre, pp. 22-35.
15. EKPENYONG, T.E. et BORCHERS, R.I., 1980 — Effect of cooking on the chemical composition of winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus*). *J. Food Sci.*, vol. 45, pp. 1559-1560 et 1565.
16. ERLANGER, B.E., EDEL, F. et COOPER, A.G., 1966 — The action of chymotrypsin on two new chromogenic substrates. *Arch. Biochem. Biophys.*, vol. 115, pp. 206-210.
17. FEENEY, R.E., MEANS, G.E. et BIGLER, J.C., 1969 — Inhibition of human trypsin, plasmin and thrombin by naturally occurring inhibitors of proteolytic enzymes. *J. Biol. Chem.*, vol. 244, pp. 1957.
18. GANDJAR, I., 1978 — Fermentation of the winged bean seeds. Dans : *The winged bean. First Intern. Symp. on developing the potential of the winged bean*, Manila, Philippines, pp. 330-334.
19. GARCIA, V.V. et PALMER, J.K., 1980a — Proximate analysis of five varieties of winged beans, *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC. *J. Fd Technol.*, vol. 15, pp. 469-476.
20. GARCIA, V.V. et PALMER, J.K., 1980b — Carbohydrates of winged bean, *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC. *J. Fd Technol.*, vol. 15, pp. 447-484.
21. GRANT, G., MORE, L.J., Mc KENZIE, N.H., STEWART, J. et PUSZTAI, A., 1983 — A survey of the nutritional and haemagglutination properties of legume seeds generally available in the UK. *Br. J. Nutr.*, vol. 50, pp. 207-214.
22. GUEVARA, B.Q., MASCARDO, A.M. et DAEZ, C.D., 1978 — Phytohemagglutinin in *Psophocarpus tetragonolobus* L. *Acta Manilana, Ser. A, Nat. Appl. Sc.*, vol. 17, pp. 40-59.
23. HAFEZ, Y.S. et MOHAMED, A.I., 1983 — Presence of non protein trypsin inhibitor in soy and winged beans. *J. Food Sci.*, vol. 48, pp. 75-76.
24. HAFEZ, Y.S., MOHAMED, A.I., HERATH, W., 1984 — Nutrient composition of different strains of winged bean seeds and tubers. *Nutr. Rep. Int.*, vol. 29, pp. 253-261.
25. HAUG, W. et LANTZSCH, H.J., 1983 — Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 34, pp. 1423-1486.
26. HILDEBRAND, D.F., HETTIARACHCHY, N. S., HYMOWITZ, T. et ERDMAN, J. W., 1981 — Electrophoretic separation and properties of winged bean seed trypsin inhibitor. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 32, pp. 443-450.
27. HIGUCHI, M., INOUE, K. et IWAI, K., 1984 — Occurrence of two electrophoretically different lectins in winged bean. *Agric. Biol. Chem.*, vol. 48, pp. 2177-2180.
28. HIGUCHI, M., SUGA, M. et IWAI, K., 1983 — Participation of lectin in biological effects of raw winged bean seeds on rats. *Agric. Biol. Chem.*, vol. 47, pp. 1879-1886.
29. IKURA, K., SASAKI, R. et CHIBA, H., 1983 — Quality deterioration of winged bean during storage. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, vol. 29, pp. 161-167.
30. JACKSON, G.M. et VARRIANO-MARSTON, E., 1981 — Hard-to-cook phenomenon in Beans : effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. *J. Food Sci.*, vol. 46, pp. 799-803.

31. JAFFE, W.G. et KORTE, R., 1976 — Nutritional characteristics of the winged bean in rats. *Nutr. Rep. Int.*, vol. 14, pp. 449-455.
32. JAMBUNATHAN, R. et MERTZ, E.T., 1973 — Relationship between tannin levels, rat growth and distribution of proteins in sorghum. *J. Agr. Food Chem.*, vol. 21, pp. 692-696.
33. JONES, P. M.B. et BOULTER, D. 1983 — The analysis of development of hardbean during storage of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Qual. Plant. Plant Foods hum Nutr.*, vol. 33, pp. 77-85.
34. KAKADE, M.L., RACKIS, J.J., MCGHEE, J.E. et PUSKI, G., 1974 — Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.*, vol. 1, pp. 376-382.
35. KANTHA, S.S. et ERDMAN, J.W., 1984 — The winged bean as an oil and protein source: a review. *JAOS*, vol. 63, pp. 515-525.
36. KANTHA, S.S., HETTIARACHCHY, N.S. et ERDMAN, J.W., 1983 — Laboratory scale production of winged bean curd. *J. Food Sci.*, vol. 48, pp. 441-444.
37. KIMURA, T., SATANACHOTE, G. et YOSHIDA, A., 1982 — Effect of feeding of raw winged bean seeds on gastro-intestinal functions in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, vol. 28, pp. 27-33.
38. KOCOUREK, J. et HOREJSI, V., 1981. Defining a lectin. *Nature*, vol. 290, pp. 188.
39. KON, S. et SANSHUCK, D.W., 1981 — Phytate content and its effect on cooking quality of beans. *J. Food Proc. and pres.*, vol. 5, pp. 169-178.
40. KORDYLAS, J.M., OSEI, Y.D. et BERKO, E.A., 1978 — The processing and formulation of weaning foods based on the winged bean. Dans: *The winged bean: First Int. Symp. on developing the potential of the winged bean*, Manila, Philippines.
41. KORDYLAS, J.M., OSEI, Y.D. et LOKKO, P., 1981 — Processing and utilization of the winged bean in the formulation of weaning foods. *Proc. 2nd Int. winged bean seminar*, Colombo, Sri Lanka - 19-23 Janvier.
42. KORTT, A.A., 1979 — Isolation and characterization of the trypsin inhibitors from winged bean seed. *Biochim. Biophys. Acta*, vol. 577, pp. 371-382.
43. KORTT, A.A., 1980 — Isolation and properties of a chymotrypsin inhibitor from winged bean seed. *Biochim. Biophys. Acta*, vol. 624, pp. 237-248.
44. KORTT, A.A., 1983 — Comparative studies on the storage proteins and anti-nutritional factors from seeds of *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC. from five South-East Asian countries. *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, vol. 33 pp. 29-40.
45. KROGDAHL, A. et HOLM, H., 1981 — Soybean proteinase inhibitors and human proteolytic enzymes: selective inactivation of inhibitors by treatment with human gastric juice. *J. Nutr.*, vol. 111-112, pp 2045-2051.
46. LIENER, J.E., 1977 — Toxicological considerations in the utilization of new proteins foods. Dans: *Biochemical aspects of new protein foods*. ed. par ADLER-NISSEN, J., FEBS, Copenhague, Danemark. pp. 129-138.
47. LIENER, J.E., 1980. Toxic constituents of plant foodstuffs. Academic Press.
48. MA, Y. et BLISS, F.A., 1978 — Tannin content and inheritance in common bean. *Crop sci.*, vol. 18, pp. 201-204.
49. MASEFIELD, G.B., 1973 — *Psophocarpus tetragonolobus* — A crop with a future? *Field crop Abstracts*, vol. 26, pp. 157-160.
50. N.A.S., 1975 — The winged bean, a high protein crop for the tropics, Washington, DC.
51. NOUBI, L. et TRECHE, S., 1985 — Etude des potentialités nutritionnelles du haricot ailé (*Psophocarpus tetragonolobus*) au Cameroun. I. Composition chimique des différents organes de la plante - à paraître dans *Revue Science et Technique* (Sci. sante).
52. N'ZI, G., SYLLA, B.S. et RAVELLI, G.P., 1980 — Introduction du haricot ailé ou pois carré dans la cuisine traditionnelle d'une population rurale de Côte d'Ivoire. *Cah. Nut. Diet.*, vol. 15, pp 191-199.
53. OAKENFULL D.G. et SIDHU, G.S., 1981 — Saponins in food a review - *Food chem.*, vol. 6, pp. 19-40.
54. OKEZIE B.O. et MARTIN, F.W. 1980 — Chemical composition of dry seeds and fresh leaves of winged bean varieties grown in the U.S. and Puerto Rico. *J. Food Sci.* vol. 45, pp 1045-1051.
55. POULTER, N.H., 1982 — Some characteristics of the roots of the winged bean. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 33, pp 107-114
56. PRICE M.L., VAN SCOYOC S. et BUTLER, L.G., 1978 — A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric Food Chem.*, vol. 26, pp. 1214-1218.
57. PRICE M.L., HAGERMAN A.E. et BUTLER, L.G., 1980 — Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeon peas and mung beans. *J. Agr. Food Chem.*, vol. 28, pp 459-461.
58. PUEPPEKE S.G. 1979 — Purification and characterisation of a lectin from seeds of the winged bean, *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC. *Biochim. Biophys. Acta*, vol. 581, pp 63-70.
59. RACKIS J.J. Mc GHEE J.E. et BOTH, R.N., 1975 — Biological threshold levels of soybean trypsin inhibitors by rat bioassay. *Cereal Chem.*, vol. 52, pp 85-92.
60. REDDY, N.R. SATHE S.K. et SALUNKHE D.K., 1982 — Phytate in legumes and cereals. *Adv. Food Res.* vol. 28, pp 1-92.
61. ROCKLAND, L.B. ZARAGOSA, E.M. et ORACCA TETTEHR., 1979 — Quick-cooking winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). *J. Food Sci.*, vol. 44, pp 1004-1007.
62. RUBERTE R.M. et MARTIN F.W., 1978 — Cooking of the winged bean seed. *J. Agric. Univ. P.R.*, vol. 62, pp 321-329
63. SATHE S.K. et SALUNKHE, D.K., 1981 — Investigations on winged bean. (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) Proteins and antinutritional factors. *J. Food Sci.*, vol. 46, pp 1389-1393.
64. SHURTLEFF, W.R., 1978 — Household preparation of winged bean tempeh, Tofu, Milk, Miso and sprouts. Dans *The winged bean. First Int Symp on developing the potential of the winged bean*, Manille,, Philippines, pp 335-339

65. SNEDECOR G.W., 1971 — Méthodes statistiques — 6<sup>ème</sup> ed. Acta, Paris
66. TAMIR, M., ALUMOT E. 1969 — Inhibition of digestive enzymes by condensed tannins from green and ripe carobs *J. Sci Food Agric vol 20, pp. 199-202*
67. TAN, N. H. RAHIM Z.H.A., KHOR, H.T., WONG, K.H. 1983 Winged bean tannin level, phytate content and hemagglutinating activity *J. Agric. Food Chem. vol 31 pp 916-917.*
68. TRECHE S., TOBIAS, J.F. et NOUBI L. 1985 Etude des potentialités nutritionnelles du haricot ailé (*Psophocarpus tetragonolobus*) au Cameroun II. Influence des modes de production sur les rendements en nutriments de la plante A paraître dans *Revue Science et Technique (Sci Santé)*.
69. TRECHE S. ABOR EGBE, T. MBOME LAPE I. et MBA MEZOUÏ, C., 1983 Essais d'adaptation de procédés technologiques à la fabrication de produits séchés à partir d'ignames cultivées au Cameroun (*Dioscorea dumetorum* et *D. rotundata*) *Revue Science et Technique (Sci santé) n° 6 et 7, pp 7-32.*
70. TRECHE, S. et GUION, P. 1979 — Etude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun / II Aptitude à la conservation des tubercules récoltés après maturité / *Agr. Trop. vol. 34, PP 138-146*
71. VALDEBOUZE P. BERGERON E. GABORIT., T. et DELORT-LAVAL, J., 1980/—Content and distribution of trypsin inhibitors and hemagglutinins in some legume seeds. *Can. J. Plant Sci/Vol 60, PP 695-701*
72. YAMAMOTO M. HARA S., IKENAKA, T., 1983 - Amino acid sequences of two trypsin inhibitors from winged bean seeds *J Biochem vol 94, PP. 849-863*