

I.R.C.T.
INSTITUT DE RECHERCHES DU COTON
ET LES TEXTILES EXOTIQUES
34, rue des Renaudes
75017 PARIS

S.E.A.E.
SECRETARIAT D'ETAT
AUX AFFAIRES ETRANGERES
20, rue Monsieur
75007 PARIS

ACCEPTABILITE DU COTON
SANS GOSSYPOL

Report sur la mission effectuée
au SENEGAL et au MALI
du 12 avril au 13 mai 1973

JUIN 1973

Joseph LAURE
Ingénieur Nutritionniste

TABLE DES MATIERES

CARTE DU MALI

1. BUT DE LA MISSION
2. DEROULEMENT DE LA MISSION
3. RESULTATS DEJA ACQUIS EN AFRIQUE SUR L'UTILISATION DU COTON SANS GOSSYPOL
4. COTONNIERS ORDINAIRES ET COTONNIERS SANS GLANDES
5. COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE
6. CONSOMMATION TRADITIONNELLE DU COTON AVEC GOSSYPOL
7. INTRODUCTION DU COTON SANS GOSSYPOL DANS L'ALIMENTATION QUOTIDIENNE
8. ESSAIS DANS LES CENTRES DE P.M.I. ET LES CENTRES SOCIAUX
9. UTILISATIONS CULINAIRES DES GRAINES DE COTON SANS GOSSYPOL
10. ESSAIS EN BISCUITERIE ET EN MEUNERIE
11. COMMERCIALISATION SUR LES MARCHES
12. MISE EN PLACE D'ESSAIS ULTERIEURS D'ACCEPTABILITE
13. ANALYSES ET ESSAIS NUTRITIONNELS
14. QUELQUES ASPECTS ECONOMIQUES ET NUTRITIONNELS
15. SUITE AU PROGRAMME ACTUEL
16. COORDINATION AVEC LE TCHAD
17. QUELQUES REMARQUES FINALES
18. BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

MALI

25°

N

- Limite de l'Etat
- - - - - Limite de région
- ⊙ ⊙ Chef-lieu de région
- Ville de plus de 10000 habitants
- Autres agglomérations
- ==== Chemin de fer à voie métrique
- ==== Routes principales

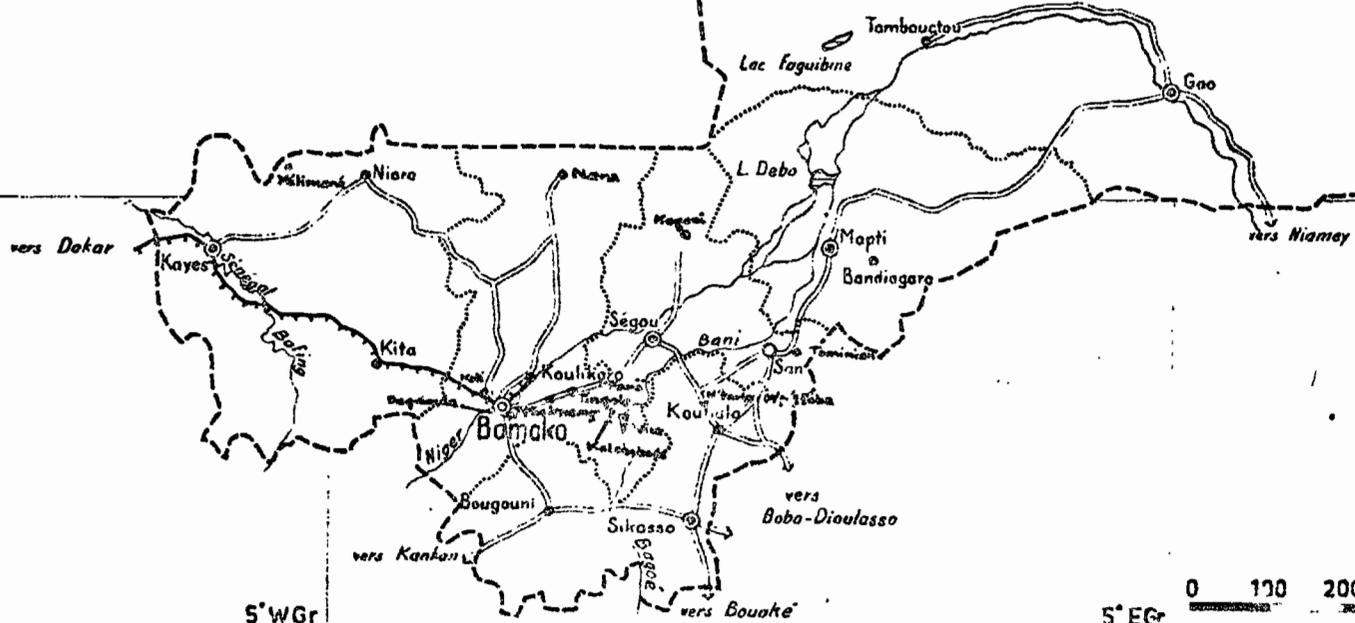
20°

N

ADRAR
DES
IFORAS

15°

N



10°

5° W Gr

5° E Gr

10° E Gr



1. BUT DE LA MISSION

Une convention d'une durée de deux ans, n° 142/M/72S
252/CD/71/VI/S/1g
du 13.3.1972 a été passée entre le S.E.A.E (Secrétariat d'Etat aux
Affaires Etrangères - Fonds d'Aide et de Coopération) et l'I.R.C.T
(Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques) pour une
opération de recherche et d'expérimentation sur le cotonnier sans
gossypol (1) au Tchad et au Mali.

Dans le cadre de cette convention, une mission d'un mois a été
décidée pour étudier les possibilités d'utilisation en nutrition humaine
du coton sans gossypol au Mali (2).

Les principaux buts de cette mission au Sénégal et au Mali
étaient :

- de se renseigner sur les travaux déjà fait en Afrique sur
l'utilisation en nutrition humaine du coton sans gossypol,
- de rechercher au Mali les possibilités d'utilisation de ce coton
dans l'alimentation,
- de faire les premiers essais d'acceptabilité de consommation et
de commercialisation et de proposer des études ou des essais
ultérieurs,
- de rassembler les premiers éléments de l'aspect financier et
économique d'une utilisation de variétés de cotonniers sans
gossypol.

Par ses limites, cette mission n'avait pas pour but de donner
une réponse définitive sur les problèmes d'acceptabilité du coton sans
gossypol, ni de traiter l'aspect financier et économique de généralisa-
tion éventuelle de ces cotonniers au Mali.

(1) Ces cotonniers sont aussi appelés "sans glandes" ou "glandless",
par opposition aux cotonniers ordinaires encore appelés "avec glandes"
ou "glanded".

(2) Une mission analogue est prévue au Tchad.

2. DEROULEMENT DE LA MISSION

En début de mission, nous avons passé cinq jours au Sénégal pour prendre contact, à Dakar, avec les responsables des services de Santé Publique et de Nutrition, avec ceux de l'O.R.A.N.A. (Organisme de Recherches sur l'Alimentation et la Nutrition Africaines) et avec les médecins de l'hôpital LE DANTEC ayant mené avec les chercheurs de l'O.R.A.N.A. des travaux de nutrition avec de la farine de coton sans gossypol.

Nous avons par ailleurs rencontré le Directeur de l'I.R.C.T. à Kaolack et les responsables de la SODEC (Société de Décorticage) à Lyndiane. C'est dans cette usine qu'ont été traitées les graines de coton sans gossypol du Mali pour en extraire l'huile et obtenir de la farine.

Le séjour au Mali (du 18 avril au 13 mai 1973) nous a permis de rencontrer les responsables de la Santé Publique et des services de Nutrition et tout particulièrement M. le Ministre de la Santé Publique, de l'I.R.C.T., de l'I.E.R. (Institut d'Economie Rurale), des Services de l'Agriculture, de la C.F.D.T. (Compagnie Française pour le Développement des fibres Textiles) de l'O.P.A.M. (Office des Produits Agricoles du Mali), de la S.E.P.O.M. (Société d'Exploitation des Produits Oléagineux du Mali) ainsi que diverses personnes s'occupant du développement rural ou d'industries alimentaires.

En France, avant de partir, nous avons rencontré ou contacté diverses personnes du S.E.A.E., de l'I.R.C.T., de l'I.E.M.V.T. (Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux), de l'O.R.A.N.A. et de l'hôpital LE DANTEC de Dakar qui avaient travaillé sur le coton sans glandes ou y portent un intérêt.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont facilité l'accomplissement de cette mission ou qui y ont participé activement, tant en France qu'au Sénégal ou au Mali.

N'ayant eu que très peu de renseignements sur les travaux et les résultats de la campagne 1972-1973 du coton sans glandes au Tchad, nous n'avons pas pu établir de comparaison avec les résultats obtenus au Mali.

3. RESULTATS DEJA ACQUIS EN AFRIQUE SUR L'UTILISATION DU COTON SANS GLANDES

Outre l'utilisation aux Etats-Unis d'Amérique en biscuiterie et en pâtisserie de farines de coton sans gossypol (obtenues à partir de variétés sans glandes) ou dégossypolées (obtenues à partir de variétés avec glandes), de la farine de coton dégossypolée est commercialisée à grande échelle dans plusieurs pays d'Amérique Latine dans des formules d'aliments mises au point par l'I.N.C.A.P. (Institut de Nutrition d'Amérique Centrale et de Panama) et connues sous le nom d'INCAPARINA.

L'une des plus connues, "Mélange végétal 9A", a la composition centésimale suivante (1) :

farine de coton	38 %
farine de maïs	29 %
farine de sorgho	29 %
levure Torula	3 %
Carbonate de calcium	1 %
vitamine A	4 500 U.I. pour 100 g.

En Afrique, des essais concluants ont été faits, tant sur animaux que sur des humains.

L'I.E.M.V.T. a écrit un rapport (2) sur des recherches faites à Farcha, au Tchad.

- Les auteurs écrivent à propos du coton avec glandes utilisé sous forme de graines ou de tourteaux, à la page 2 :

"Or, le principal obstacle à son utilisation est le gossypol, relativement bien toléré chez les ruminants, ce qui permet de nourrir actuellement les boeufs de culture attelée, il est toxique pour les porcs et les volailles"

(1) SCRIMSHAW N.S. et coll. All-vegetable protein mixtures for human feeding. V. Clinical trials with INCAP mixtures 8 and 9 with corn and beans - Am. J. Clin. Nutr. 1961, 9, 196 - 205.

(2) TACHER G., RIVIERE R. et LANDRY C.

Valeur alimentaire pour les poussins et les poulets de chair du tourteau de coton sans gossypol. I.E.M.V.T., Farcha - Fort-Lamy (Tchad), février 1971 - 85 p.

et à la page 16 :

"D'un point de vue pratique, les tourteaux contiennent au maximum 0,05 p.100 de gossypol libre, c'est-à-dire qu'une ration pour poulet de chair contenant 20 p.100 de tourteau de coton (si par ailleurs elle est équilibrée) sera au dessous des taux les plus bas cités comme ayant un effet dépressif sur la croissance!"

- Par ailleurs, à propos du coton sans glandes pour les poulets de chair, on peut y lire, page 68 :

"Nous en concluons que du point de vue qualité et jusqu'à un taux d'incorporation dans la ration de 50 p.100 le tourteau de coton sans gossypol est un aliment entièrement valable!"

et page 69 :

"On constate qu'entre 30 et 50 p.100 l'incorporation de tourteau de coton sans gossypol est favorable à la production du poulet de chair!"

et enfin page 73 :

"Bien que, techniquement, on ait intérêt à utiliser les rations à 40 p. 100, économiquement et suivant les prix pratiqués pour les divers sous-produits, il peut être plus rentable d'utiliser une ration à 50 p. 100 de tourteau de coton sans gossypol."

Des essais plus complets sur le poulet, concernant la ponte et la fertilité, et les essais prévus sur le porc n'ont pas pu être faits, faute d'une quantité suffisante de tourteau de coton sans glandes.

A Dakar, une "Etude d'aliments de supplément riches en protéines" (1) a été faite à l'O.R.A.N.A. et au Service de pédiatrie de l'hôpital LE DANTEC. Concernant l'expérimentation sur animaux (rats blancs de souche Wistar), l'on peut y lire :

(1) HELLÉGOUARCH R., MONJOUR L., GIORGI R., TOURY J., BLATT M. et SATGE P. Annales de la Nutrition et de l'Alimentation, 1967, 21 (5), 217-232.

"La supplémentation par les farines de coton, d'arachide et de néou (1) améliore de façon remarquable la qualité nutritive du mil ; le gain de poids quotidien des animaux soumis à ces régimes est cinq fois supérieur à celui obtenu avec le mil seul."

Les conclusions, que nous citerons in extenso, des essais en pédiatrie sont les suivantes :

"1°) Notre expérimentation a porté sur 65 enfants dénutris ou malnutris. Chez 49 d'entre eux le coton est associé au lait et au sucre ; la tolérance du produit est excellente et son acceptabilité par les nourrissons relativement bonne malgré l'amertume très prononcée de cette bouillie (2). Seuls, chez quelques très jeunes enfants, les difficultés de nursing ont été plus sérieuses et dans 4 cas nous avons été obligés d'abandonner devant un refus du petit malade que nous n'avons pu vaincre.

(1) Farine d'amandes de Pommier du Cayor (*Parinari macrophylla*), néou en ouolof. Toutes les farines sont délipidées et la farine de coton est une farine de variété sans glandes.

(2) D'après nous et l'I.R.C.T., cette amertume serait probablement due à des débris de pellicules et de coques restant dans la farine de coton sans gossypol. Notons que nous n'avons pas constaté la moindre amertume dans la farine de coton préparée en 1973 à partir des graines de coton sans glandes du Mali, à l'exception d'une très légère amertume dans des beignets faits à partir de farine de haricots et de farine de coton très mal tamisée et contenant des débris de coques et de pellicules.

Nous avons pu remarquer que l'acceptabilité des formules A et B (1) a été bien meilleure dans les salles où tous les enfants recevaient ce régime que dans les salles où il était donné à des petits malades isolés. Il y a donc eu une participation psychologique de la part des mères. Les échecs que nous avons rencontrés sont imputables à des maladies graves associées à la malnutrition.

Nous avons pu constater une augmentation appréciable et relativement rapide de la protidémie totale avec une augmentation également de l'albuminémie. Du point de vue pondéral, l'augmentation a été rapide dans la plupart des cas et importante. Les oedèmes des kwashiorkors ont rétrogradé avec la même facilité que lorsque nous avons employé les préparations commerciales hyperprotéinées. La farine de coton est donc un aliment hyperprotéiné qui, médicalement, nous a donné, dans les malnutritions protéiques, un résultat très proche de celui des produits commerciaux les plus élaborés.

(1) La composition de ces formules est donnée par ailleurs :

Formule A

Farine de coton.....	140 g
Sucre.....	100 g
Lait reconstitué.....	1 litre

(Le lait est préparé à partir de 150 g de lait en poudre demi écrémé + eau q.s.p. 1 litre).

Cette formule est isoprotéique à celle préparée habituellement dans le service de diététique des nourrissons à partir d'un produit commercial (NESMIDA de la Maison NESTLE).

Formule B

Farine de coton.....	140 g
Sucre.....	100 g
Lait reconstitué.....	0,75 litre
Eau.....	0,25 litre

Cette seconde formule est isocalorique à celle préparée à partir du produit commercial déjà cité."

2°) Enfin dans la troisième formule (1) que nous avons composée comme un aliment de sevrage, avec une quantité de lait bien inférieure à celle employée dans les deux autres essais, nous avons aussi obtenu d'excellents résultats. De plus, ici, l'adjonction de la farine de mil enlève l'amertume de la préparation : elle n'offre plus de difficultés d'absorption par le nourrisson. On peut considérer la farine de coton comme une matière première intéressante en vue de la constitution d'un aliment de sevrage.

En l'associant à la farine de mil, et à une petite quantité de lait (10 p. 100 de la préparation) on obtient un produit de prix de revient très bas, de bonne acceptabilité, très hyperprotéiné ; il peut être employé aussi bien à titre thérapeutique dans les kwashiorkors que comme aliment de sevrage courant. Si nous n'avons que peu employé cette dernière formule à titre curatif c'est simplement parce que son essai dans le temps a été postérieur à celui des 2 autres formules.

(1) La composition de cette formule est donnée par ailleurs :

"Formule C

Le mélange de base est constituée de :

Farine de mil.....	450 g
Farine de coton.....	250 g
Lait demi-écrémé en poudre.....	100 g
Sucre.....	200 g."

Il est aussi précisé que :

"Les enfants recevaient chaque jour 4 biberons renfermant chacun 60 g du mélange (...) et apportant au total 880 calories et 44 grammes de protéines.

En outre, 2 repas complémentaires apportaient un supplément de lipides, calcium et vitamine A, déficitaires dans la préparation

La composition de ces repas nous a aimablement été communiquée par l'un des auteurs :

"Ces repas sont composés de boulettes de viande et de purée de pommes de terre dont la valeur nutritionnelle se répartit comme suit :

Pour 2 repas : 650 calories, 30 g de protéines, 18 g de lipides et 90 g de glucides."

On peut donc affirmer qu'aussi bien dans la diététique du nourrisson normal que dans celle du nourrisson malnutri, la farine de coton est capable de constituer une solution d'avenir."

Au Mali, sous la Direction du Docteur Bénitiéni FOPANA, Ministre de la Santé Publique, une "Expérimentation de la farine de coton" (1) sans gossypol a été faite en milieu rural bambara, à une cinquantaine de kilomètres de Bamako pendant 4 mois, du 5 juin au 5 octobre 1970, correspondant à la période dite "de soudure". 50 enfants de 1 an à 3 ans, la moitié de chaque sexe, ont été pris au hasard dans le village de DIALACOROBA où avait lieu l'expérimentation et autant dans le village témoin de FRONTOUMOU, situé à une dizaine de kilomètres du premier. Des pesées ont été effectuées chaque semaine et le taux d'hémoglobine a été dosé.

Les quantités de mélange (farine sèche de mil 80 % - farine de coton sans gossypol 20 %) étaient distribuées chaque semaine, sur la base de 200 g par jour, à consommer sous forme de bouillie, après que des essais de préparation de cette bouillie aient été faits en présence des mères des enfants de DIALACOROBA.

L'irrégularité de certains n'a pas permis de retenir pour les résultats plus de 27 enfants ayant consommé de la farine de coton. Dans l'interprétation des résultats l'on peut lire ;

"L'étude de la courbe pondérale ne montre pas tellement une différence entre l'expérimenté et le témoin, du moins dans tous les cas. Cependant, nous avons pu constater que dans une large mesure (2), l'expérimenté a un gain de poids qui varie de 100 g à 1 000 grammes sur son petit compagnon témoin. Nous pouvons donc souscrire à l'efficacité de la farine de coton dans l'alimentation humaine."

(1) Texte dactylographié, Ministère de la Santé Publique de la République du Mali - Division de la Nutrition, 1970, 6 p. Ont participé à cette expérimentation : Ernest TRAORÉ, infirmier d'Etat, Jean-François ZERBO et Adama KANE, diététiciens, Mme N'DIAYE, secrétaire médicale et Abdoulaye DOUMBIA, chauffeur.

(2) Chiffres donnés par ailleurs :

"Sur 27 enfants soumis à l'expérimentation, 18 d'entre eux ont eu un gain de poids variant entre 100 g et 1 000 grammes sur le témoin."

Une partie des résultats n'a pas pu être interprétée de façon satisfaisante, car le mélange distribué était parfois consommé par plusieurs personnes étrangères à l'expérimentation en raison notamment d'une certaine disette qui sévissait alors.

Toutes ces expérimentations confirment la grande valeur nutritionnelle du tourteau et de la farine de coton sans gossypol, due à leur richesse en protéines et à l'équilibre assez satisfaisant entre les divers acides aminés. Ces produits supplémentent très favorablement les céréales. Voir plus loin les tableaux de composition.

4. COTONNIERS ORDINAIRES ET COTONNIERS SANS GLANDES

La variété ordinaire actuellement vulgarisée au Mali est le BJA 592.

Un cotonnier sans glandes (Glandless Bulk A) a été essayé par l'I.R.C.T. en culture paysanne dans un village : TINGOLÉ, à 103 km à l'Est de Bamako sur la route allant à Ségou. Afin d'assurer la pureté génétique des graines produites (le glandless est un hybride doublement récessif), seul du glandless a été cultivé dans ce village, à l'exception des essais variétaux faits très à l'écart des autres champs de coton.

D'après les résultats de l'I.R.C.T. (voir les rapports de Michel COSTARD, ingénieur agronome de l'I.R.C.T. chargé de l'opération "glandless au Mali), il n'y a pas eu de différence significative pour la productivité dans les essais variétaux : 1 089 kg/ha pour BJA 592 et 1 134 kg/ha pour Glandless Bulk A. Les précédents essais en station avaient donné un rendement plus faible pour le glandless : 85 % de celui du BJA.

Les rendements chez les paysans furent très variés, surtout en fonction de la date des semis et de la pluviométrie extrêmement défavorable : de 0 à 2 039 kg/ha, avec une moyenne de 675 kg/ha pour les 86,75 ha cultivés en glandless.

Les rendements moyens ont été les suivants, en fonction des dates de semis :

1 580 kg/ha	pour les semis du 1er au	5 juin,
1 342 kg/ha	"	5 au 10 juin,
pas de semis entre le 10 et le 25 juin,		
608 kg/ha	pour les semis du 25 au 30 juin,	
580 kg/ha	"	1er au 5 juillet,
331 kg/ha	"	5 au 10 juillet,
44 kg/ha	"	10 au 15 juillet et
204 kg/ha	"	15 au 20 juillet.

Dans toutes les exploitations est pratiquée la culture attelée. Ainsi le village de TINGOLÉ est mieux équipé en matériel (charrues, multi-culteurs) que la moyenne des exploitants encadrés par la C.F.D.T. dans la zone cotonnière.

Les méthodes culturales, les doses d'engrais (urée comprise) et d'insecticides, ainsi que le nombre de traitements furent les mêmes que ceux préconisés par la C.F.D.T. pour le coton BJA au Mali (1).

Une moyenne de 147,5 kg/ha d'engrais NPS a été utilisée pour une dose théorique de 150 kg/ha. La dose moyenne d'urée fut de 49,6 kg/ha, pour une dose théorique de 50 kg/ha.

Les traitements insecticides à l'endrine - DDT furent, en moyenne, au nombre de 4,5 (6 pour les premiers semis, 4 voire 3 pour les derniers).

Les frais d'engrais et d'insecticides, généralement supportés par les paysans au Mali, ont cependant été remboursés aux cultivateurs de Tingolé dans le but de les intéresser à cette nouvelle variété de coton (?).

Le parasitisme n'a pas été intense et les altises n'ont pas manifesté une attirance particulière pour les cotonniers glandless. Aucune différence significative n'a été mise en évidence au cours de l'analyse phytosanitaire d'organes fructifères et de jeunes capsules dans les essais variétaux de BJA et de glandless.

Il en est de même pour la récolte phytosanitaire : 9,8 % de capsules chenillées pour BJA et 16,4 % pour le glandless, différence non significative.

(1) Notons qu'au Tchad les doses d'engrais furent beaucoup plus fortes (220 kg d'engrais plus 100 kg d'urée) et les traitements insecticides plus nombreux (7 en moyenne) qu'avec le coton BJA. Le rendement moyen fut de 1272 kg/ha pour le bloc A et de 577 kg/ha pour le bloc B.

(2) Il en fut de même au Tchad.

De même, il n'y a pas de différence significative pour le rendement à l'égrenage. Pour le glandless la moyenne est de 38,1 % pour le rendement brut et de 39,9 % pour le rendement net.

Quelques différences significatives ont cependant été constatées pour le seed - index : BJA 8,06 et Glandless 9,02 et pour le pourcentage de poquets levés : BJA 65 % et Glandless 75 % (cette différence étant en faveur du glandless).

Compte tenu de la très mauvaise pluviométrie et du parasitisme peu intense, les principales conclusions de l'agronome de l'I.R.C.T. sont que les résultats sont satisfaisants pour le glandless au point de vue du rendement, des techniques culturales (en particulier inutilité de changer la protection insecticide actuellement pratiquée) et du rendement à l'égrenage.

Cet agronome fait remarquer avec justesse la nécessité de poursuivre l'expérience et d'implanter des essais de confirmation comparant BJA 592 au glandless dans différentes situations écologiques du Mali.

Les différents résultats des analyses technologiques de la fibre récoltés ne sont pas encore connus. Les caractéristiques des fibres de Glandless Bulk 69 A récolté en 1970 au Tchad étaient semblables à celles du BJA cultivé comparativement.

Michel COSTARD, dans un de ces rapports, dit qu'à Tingolé, "les cultivateurs n'ont guère observé de différences entre les 2 variétés Glandless et BJA 592, sinon quelques petits avantages plutôt subjectifs (en faveur du glandless) tels qu'une levée plus rapide et plus régulière, un développement végétatif plus important, une meilleure adhérence du coton-graine aux carpelles des capsules ouvertes permettant de récolter un coton plus propre

Remarquons qu'à Tingolé aucune attaque spéciale par des rongeurs ou des singes n'a été constatée vis-à-vis des cotonniers glandless. Il n'en est pas de même dans certaines stations, telle que KOGONI, où les graines, en plus des traitements habituels, devaient être traitées à l'endrine - DDT avant les semis pour éviter qu'elles ne soient déterrées et mangées par les rongeurs. Ces animaux mangent aussi les graines à la récolte, dès l'ouverture des capsules. A la station de N'TARLA M'PESOBA, les singes sont friands des graines de cotonniers glandless. Les animaux domestiques (bovins, ovins, caprins) sont, eux aussi, friands de cotonniers glandless, si on leur laisse la possibilité de les approcher.

5. COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE

Rendements moyens à l'égrenage (récolte des essais variétaux faits à TINGOLÉ et résultats obtenus à la station I.R.C.T. de N'TARLA M'PESOKA au Mali).

	Glandless Bulk A	BJA 592
<u>Egreneuse 20 scies</u>		
Rendement net	39,62 %	39,88 %
Rendement brut	39,38 %	39,26 %
<u>Platt 16 inches</u>		
Rendement net	40,32 %	41,28 %

Les résultats sur la composition des graines non délintées obtenus au laboratoire de la SODEC à Lyndiane (Sénégal) sont les suivants :

	Glandless de TINGOLE - Mali %	Moyenne de 11 échantillons de BJA du Sénégal %
Amandes (décortiquage main)	59,07	52,64
Coques + linter	40,93	47,36
Linter	11,26	15,10
Huile dans graines en coque	21,85	19,73
Huile dans graines décortiquées	37,05	36,72
Humidité	5,02	4,23

Les teneurs en protéines, cendres, cellulose et glucides de ces échantillons ne nous sont pas encore connues.

La composition des tourteaux ne nous est pas connue.

Celle de la farine "fine fleur" obtenue à la SODEC à Lyndiane (Sénégal) à partir des graines glandless de Tingolé est la suivante:

	Résultats obtenus à	
	la SODEC %	l'I.R.C.T. %
Humidité	4,00	5,15
Lipides (huile)	4,22	3,80
Cellulose (fibre brute)	2,20	2,90 (1)
Aflatoxine	0	0
Gossypol	-	négligeable (2)

(1) "Une partie de la 'fibre brute' est constituée par des brisures de coque (éléments brun-noirâtres)" I.R.C.T..

(2) "Presque à la limite de la précision de la méthode utilisée", I.R.C.T..

Nous n'avons pas encore les teneurs en protéines, en cendres et en glucides, ni les taux de vitamines (notamment du groupe B), ni la composition en acides aminés des protéines de cette farine. Sur la farine de coton glandless préparée par l'I.R.C.T. en 1967 cette composition était la suivante, comparée à d'autres farines :

	Farine de coton	Farine d'arachide	Farine d'amandes de Pomme du Cayor
Humidité %	2,32	6,5	9,40
Cendres %	10,7	4,5	7,90
Protides (Nx6,25) %	48,9	55,5	53,4
Lipides %	0,5	0,4	0,30
Glucides % (par différence)	37,6	33,1	29
Cellulose %	3,9	4,55	5,95
Calcium %	0,26	0,066	0,22
Phosphore %	1,92	0,872	1,87
Fer (mg pour 100 g)	48	14	18
Vitamine B1 (mg pour 100 g)	0,6	1,6	1,3
Kilocalories pour 100 g	350	358	322

Résultats obtenus à l'O.R.A.N.A., Dakar (article cité).

La teneur en acides aminés (sur la base de N = 16 p. 100) de cette farine de coton glandless était la suivante. Résultats de BUSSON, des Laboratoires de Recherche du Service de Santé des Troupes de Marine, à Marseille, mentionnés dans l'article précité).

	%
<u>Lysine</u>	4,0
Histidine	2,5
Arginine	10,8
Acide aspartique	9,0
<u>Thréonine</u>	3,2
Sérine	4,0
Acide glutamique	19,2
Proline	3,1
Alanine	3,6
<u>Valine</u>	4,0
<u>Isoleucine</u>	3,0
<u>Leucine</u>	5,5
<u>Phénylalanine</u>	4,2
Acides aminés soufrés non dosés	
dont	
<u>Tryptophane</u>	non dosé
<u>Méthionine</u>	non dosé

(sont soulignés par nous les acides aminés essentiels).

La farine de coton est surtout déficiente en méthionine, puis à un degré moindre en tryptophane et en lysine (1).

(1) VIX H.L.E. et PALACIOS R.V. The potentials of cottonseed flour for human nutrition. Oil Mill gazeeter, avril 1968, 30-33.

Les graines de coton ou leurs dérivés (tourteau, farine) sont très riches en protéines : la moitié de la matière sèche délipidée. La composition en acides aminés des protéines valorisent très heureusement les protéines des céréales, base de l'alimentation des habitants du Mali.

Nous n'avons pas encore les teneurs en acides cyclopropénoïques et en résidus éventuels des divers pesticides utilisés lors de la culture.

6. CONSOMMATION TRADITIONNELLE DU COTON AVEC GOSSYPOL

Depuis très longtemps les graines de coton sont consommées par les hommes en Afrique. Pour l'Afrique de l'Ouest, c'est le cas au Sénégal, en Guinée, au Togo, en Haute-Volta, en Côte d'Ivoire, au Mali et probablement ailleurs.

Les utilisations sont diverses : aliment ordinaire ou occasionnel, succédané auquel on recourt en période de disette, huile réservée pour des repas de fêtes ou encore graines de coton utilisées comme reconstituant ou comme médicament. Ces utilisations ne sont pas exhaustives, mais sont celles que nous avons pu recenser au cours de notre mission.

Le coton est dans certains cas consommé sans qu'aucun traitement détruisant ou liant le gossypol n'intervienne ; mais souvent une neutralisation à la potasse recueillie à partir de cendres ou un traitement thermique (grillage) supprime le gossypol ou en diminue la quantité, spécialement la forme libre qui serait la plus toxique.

Le grillage des graines ou de la farine détruit une partie du gossypol, mais surtout le lie à certains acides aminés (lysine en particulier), ce qui a pour principal inconvénient de diminuer la valeur des protéines.

La neutralisation traditionnelle (à la potasse) est le même procédé qui est utilisé industriellement pour éliminer le gossypol (traitement à la soude). Ce procédé augmente les quantités de sels minéraux des préparations et fut aussi utilisé pour obtenir un succédané du sel. Il est aussi très souvent employé dans la préparation du "tô" (bouillie épaisse faite à partir du sorgho ou du mil).

Comme aliment ordinaire, le coton avec glandes est surtout utilisé en sauce, à l'instar de l'arachide. En voici quelques exemples :

Les graines de coton sont grillées pour que les coques puissent être enlevées. Les amandes recueillies sont à nouveau grillées, puis broyées au mortier. Elle sont ensuite transformées en pâte que l'on utilise dans la sauce comme la pâte d'arachide. Cette sauce accompagne le plat de céréales (fonio, riz, etc...). Si les pellicules et les coques sont mal enlevées, le produit est amer, sinon il donne seulement du goût à la sauce. (Région du FOUTA DJALON en Guinée).

Cette utilisation, semblable à celle de l'arachide et parfois en association avec cette dernière, se retrouve en plusieurs régions du Mali.

Dans les régions de KAYES, de YELIMANÉ et de NARA les graines sont auparavant pilées puis tamisées. Cette pratique existe aussi vers SAN : les amandes sont séparées des coques, parfois au pilon, mais plus généralement à la meule dormante (ou pierre à moudre), puis tamisées pour ôter les coques et les enveloppes et enfin écrasées avec des graines de baobab ou des graines séchées et cuites de dah (*Hibiscus cannabinus*) pour en faire une sauce. De la potasse, recueillie à partir de cendres, entre dans cette préparation.

Des sauces sont aussi préparées en ajoutant aux graines de coton pilées des feuilles diverses et en particulier des feuilles de haricot (niébé).

A KOLOMBADA, près de FANA, nous avons vu préparer une sauce à partir de graines de coton BJA par une vieille femme sarakolé. Les amandes sont séparées des coques au pilon. La farine obtenue à partir des amandes est mise dans une décoction des coques portée à l'ébullition. A cette sauce, sont ajoutés des condiments : sel, piment, oignons séchés, "soubala" (graines de néré pilées et fermentées, de couleur marron-noir, de goût et d'odeur forts) et du poisson sec. Cette sauce servait d'accompagnement à du sorgho blanc cuit à l'eau.

Une des utilisations traditionnelles, est d'ajouter des amandes de graines de coton réduites en farine à de la bouillie de céréales (sorgho, maïs). Voici la recette de la femme sarakolé, déjà citée, : c'est du "laro" avec du coton BJA. Les graines de coton sont pilées puis tamisées. Les amandes réduites en farine sont ajoutées à de la farine de sorgho blanc, volume à volume, puis cuites dans la décoction obtenue à partir des coques et des refus au tamisage. Ensuite, sont ajoutés des condiments.

Beignets et galettes sont aussi préparés traditionnellement à partir des graines de coton avec glandes, dans plusieurs régions dont le pays dogon et le pays bobo. Par exemple, au pays dogon, des boulettes de farine de coton additionnée de potasse sont cuites à la vapeur et consommées comme les mêmes préparations faites avec du mil.

D'autres préparations culinaires existent, comme la suivante, faite au pays dogon pendant les disettes. Les amandes des graines de coton sont grillées, puis réduites en farine et mélangées à des feuilles bouillies de "zogné", nom bambara de *Leptademia lancifolia*, qui est une liane sauvage poussant dans les pays du sahel. Le tout donne une sorte de ragoût.

En dehors des utilisations toujours actuelles pour nourrir les animaux ou pour faire du savon, le coton ordinaire était utilisé traditionnellement pour faire de l'huile parfois réservée pour les repas de fête et souvent ajoutée à des plats à base d'arachide ou encore sous forme de médicaments ou de plats réservés à des femmes venant d'accoucher, à des blessés, aux personnes affaiblies ou aux tisserands malades à cause des fibres de coton qu'ils ont inhalées.

Utilisé contre l'ictère ajouté à des bouillies, le coton est encore employé pour calmer les spasmes des enfants qui ont des coliques. Une décoction faite avec les graines est alors ajoutée à une bouillie de mil.

Pour les accouchées, les blessés ou les personnes affaiblies, une des recettes, couramment faite au Sénégal Oriental en particulier, est la suivante. Un pied de vache (ou d'un autre animal), dont les poils ont été enlevés par brûlage puis ébouillantage, est concassé, puis ajouté à une soupe contenant souvent des légumes, mais surtout des amandes de coton écrasées et un assaisonnement, en particulier du poivre.

Pour soigner les tisserands atteints de troubles respiratoires dûs au coton inhalé, les graines de coton sont très souvent utilisées. Voici la recette que la femme sarakolé déjà citée a préparée. La farine de coton avec gossypol est ajoutée à de la farine de sorgho blanc, volume à volume. Le tout, cuit à l'eau, donne une bouillie assez fluide et prend, comme toutes les préparations à base de coton, une couleur marron.

En période de disetta, les bien-portants consommeraient aussi ce plat.

L'utilisation en nourriture humaine des graines de coton avec glandes semble en régression. En plus, de la préparation, longue, de la farine, une des raisons souvent invoquées est la crainte d'empoisonnement par les insecticides qui pourraient subsister dans les graines de coton traité.

7. INTRODUCTION DU COTON SANS GOSSYPOL DANS L'ALIMENTATION QUOTIDIENNE

Tout en essayant de connaître les utilisations traditionnelles du coton avec gossypol, nous avons noté les principaux mets consommés dans les régions du Mali que nous avons pu visiter.

Ensuite, nous avons repris plusieurs recettes traditionnelles en remplaçant le coton avec glandes par la variété sans glandes. Nous avons demandé conseil aux Maliens pour essayer d'introduire du coton sans gossypol dans les principaux plats et, à partir de leurs suggestions, des essais ont été faits. Dans tous les cas, nous faisons expliquer les différences entre le coton sans glandes et les autres variétés et avons goûté, avant toute préparation, farine et graines sans gossypol. Puis avaient lieu des dégustations auxquelles nous prenions part (1).

La plupart de nos essais ont été faits en zone rurale à partir de la farine ou quelquefois des graines de coton sans glandes. N'ayant pas de tourteau, nous n'avons fait aucun essai avec ce dernier.

La sauce ressemblant à de la sauce d'arachide, mais où cette dernière est remplacée par du coton sans gossypol, fut très souvent préparée et ~~unanimement~~ appréciée. Beaucoup de gens lui trouvent un goût d'arachide et disent même la préférer à la sauce à l'arachide. La préparation est la suivante. La farine de coton sans gossypol est diluée dans de l'eau. On ajoute de la viande ou du poisson, des oignons frais, des condiments (sel, poivre ou piment), presque toujours du gombo sec ou des feuilles de baobab pilées servant de liant et, dans la mesure où la ménagère dispose des produits suivants, elle en ajoute un ou plusieurs : tomates fraîches, concentré de tomates, aubergines, soumbala, oignons secs, huile d'arachide, pâte d'arachide. Plusieurs personnes sachant préparer cette sauce avec du coton avec gossypol ont ajouté, probablement par habitude, de la potasse, quand elles ont utilisé le coton sans glandes. La cuisson est d'environ trois quarts d'heure. Cette sauce de couleur brune (semblable à la couleur de la sauce à l'arachide) sert à accompagner les céréales (riz, sorgho, etc...).

(1) Il en fut de même avec les mets préparés avec du coton avec gossypol, chaque fois que nous avons trouvé des cuisinières sachant préparer ces recettes.

Plusieurs plats à base de céréales furent essayés ; c'est le cas du couscous de sorgho blanc et des diverses formes de bouillies plus ou moins épaisses (tô, laro, etc.). De la potasse est pratiquement toujours ajoutée dans le tô, même sans coton. Dans le couscous ordinaire, elle n'est pas ajoutée. Elle l'est parfois dans le couscous contenant du coton sans gossypol, par similitude à l'utilisation du coton avec glandes.

Spontanément, les cuisinières faisaient un mélange volume à volume de farine de sorgho (ou d'autres céréales) et de farine de coton. Nous nous sommes aperçus que cela donnait un mélange en poids de 63 % de farine de coton et de 37 % de farine de sorgho (ou de maïs). Aussi, par la suite, nous avons plutôt préconisé le mélange d'un volume de farine de coton (46 % en poids) et de deux volumes de farine de sorgho ou d'autres céréales (54 % en poids). Dans certains cas, nous conseillions aux nouveaux utilisateurs d'essayer le mélange en volume de 1/4 de farine de coton et 3/4 de céréale et d'augmenter ensuite la quantité de coton s'ils le désiraient.

Le couscous préparé avec du sorgho blanc, de la farine de coton sans gossypol, volume à volume, et de la potasse prenait la couleur du couscous de petit mil, soit une couleur brunâtre-beige. Les cuisinières disent que la potasse enlève l'odeur du coton. Il faut un peu plus de temps pour faire les granulés du couscous, mais ce n'est pas plus difficile qu'avec la farine de céréale toute seule. La cuisson à la vapeur se fait deux fois et, à la seconde fois, sont ajoutées des feuilles sèches de baobab, comme pour le couscous ordinaire.

Du couscous préparé avec de la farine de maïs et de coton sans glandes, respectivement 2 volumes et 1 volume, fut très apprécié. Du tô (bouillie épaisse de céréale) fut préparé avec de la farine de coton et de sorgho (volume à volume). Le tô obtenu prend une couleur marron, celle du tô obtenu avec du petit mil qui est très apprécié. Le tô avec le coton est plus collant que le tô fait uniquement avec du sorgho. Comme dans le tô ordinaire, des feuilles de baobab sèches, réduites en poudre, ont été ajoutées vers la fin de la cuisson.

Du laro (bouillie de céréales) a aussi été préparé avec du coton sans gossypol.

Tous ces mets à base de céréales et de farine de coton furent appréciés, cependant moins que la sauce et les beignets dont nous allons maintenant parler. Presque tous les essais furent fait volume à volume, ce qui correspond en poids à des quantités de coton probablement trop importantes, comme nous l'avons déjà souligné, surtout quand il s'agit de nouvelles préparations.

Des beignets, contenant de la farine de coton sans gossypol et frits dans du beurre de karité ou de l'huile d'arachide furent préparés avec de la farine de sorgho, de petit mil, de maïs et de haricots (niébé). Nous n'avons pas pu faire d'essai avec du fonio, n'ayant pu trouver cette céréale. Il est aussi possible d'en faire avec de la farine de blé et de riz. Ces beignets furent très appréciés même quand ils étaient préparés à volume égal de farine de coton et de céréale ou de haricots. Nous avons cependant plutôt conseillé le mélange : un volume de coton et deux volumes de céréale ou de haricots, soit en poids, respectivement 46 % et 54 %. Ces beignets se consomment sucrés, mais plus fréquemment salés. Des essais de beignets furent faits avec uniquement de la farine industrielle de coton sans glandes mais la pâte se détache en petits morceaux dans la friture.

De même des préparations de beignets contenant un mélange de farine de céréale et de farine de graines de coton sans gossypol obtenue artisanalement, donc non déshuilée, furent faites. Les produits obtenus furent cependant trouvés trop gras par plusieurs dégustateurs.

Dans la préparation des beignets nous avons eu, une fois, un produit très légèrement aigre; les beignets préparés la veille au soir ne s'étaient pas bien conservés, car la nuit avait été particulièrement chaude. Cet incident qui arrive avec les beignets ordinaires (sans coton) n'a cependant pas empêché leur consommation.

Une autre fois des beignets préparés sur un marché avec de la farine de haricots (niébé) et de la farine de coton mal tamisée avaient un très léger goût amer provenant de la farine mal tamisée (reste de coques et de pellicules formant des points noirs dans la farine). En effet, la qualité des sacs de farine préparés industriellement est très inégale. Nous avons tamisé la farine incriminée avec un tamis fin (en nylon) utilisé par les ménagères dans les villages et nous n'avons retrouvé que 72 % en poids de farine tamisée finement (26,5 % de refus et 1,5 % de pertes au tamisage) ! Ceci n'est pas admissible pour une farine "fine fleur". En prenant soin de conseiller un tamisage préalable, qui est en général systématiquement fait par les cuisinières, nous n'avons plus eu cet inconvénient de goût.

Une autre préparation fut faite avec des haricots (niébé), c'est le "fari" en bambara, auxquels fut ajouté 1/3 en volume de farine de coton sans glandes. Les haricots sont pilés au pilon avec de l'eau pour pouvoir séparer l'enveloppe des grains par vannage. Les haricots sont ensuite lavés et écrasés à la pierre à écraser (meule dormante). La pâte obtenue en ajoutant de l'eau est divisée en parts emballées chacune dans une feuille verte pour être cuites à la vapeur dans un couscoussier. Après la cuisson, les sortes de gâteaux ainsi obtenus, sortis des feuilles, sont arrosés d'huile chaude (arachide ou karité) contenant des oignons frais cuits dans cette huile. Cette dernière et les oignons donnent du goût et du "fondant" à la préparation. On peut aussi ajouter une sauce à la viande, mais cette sauce est facultative. Le fari préparé sans sauce fut très apprécié par les consommateurs, à l'égal de la sauce de coton ou des beignet de coton et céréale (ou haricots).

En plus des bouillies pour enfants préparées dans les centres de P.M.I. (Protection Maternelle et Infantile), les graines de coton sans gossypol furent aussi consommées grillées après avoir été décortiquées au pilon, de la même manière que se consomment les arachides grillées.

Avec la farine déshuilée préparée industriellement, fut aussi préparé un plat appelé crème "ndégué" en bambara et connu sous ce même nom au pays dogon. La farine de sorgho blanc (2 volumes) et celle de coton sans glandes (1 volume) sont mélangées et cuites à la vapeur. Après la cuisson, est ajouté du lait frais non caillé et des condiments (sel, piment et grains de poivre sauvage écrasés ensemble). Le ndégué est surtout consommé lors de gros travaux des champs, quand il fait chaud. On ajoute alors de l'eau fraîche et on le consomme quand il a pris un goût légèrement acidulé. Dans la région de Kayes, on préparerait un ndégué uniquement à partir de l'arachide : on obtient alors un plat huileux. Le ndégué préparé avec de la farine de sorgho et de coton était un peu huileux, la farine de coton contenant encore 4 % de lipides. Le ndégué fut cependant moins apprécié que les beignets préparés dans le même village avec de la farine de sorgho et de coton, à volume égal.

Dans les villages, où tous ces plats furent préparés, les habitants du village (hommes, femmes et enfants) y compris les autorités locales (chefs, conseillers municipaux, etc...), les étrangers quand il y en avait (Européens missionnaires, travailleurs saisonniers) et nous-mêmes avons goûté ces mets. La plupart du temps les dégustateurs trouvaient que la farine de coton ou les plats préparés avec elle prenaient un goût agréable d'arachide et une couleur marron identique à celle des mets préparés avec de l'arachide ou du petit mil.

Dans aucun cas, nous n'avons vu de refus de ces plats. Les enfants, spontanément, finissaient les plats, dès qu'ils pouvaient les atteindre. Les mamans donnaient sans qu'elles y aient été invitées et après les avoir goûté du couscous ou du laro à leurs enfants très jeunes (1 ou 2 ans).

Les mets les plus appréciés furent la sauce, les divers beignets et le fari. Le moins apprécié fut peut-être le ndégué.

8. ESCAIS DANS LES CENTRES DE P.M.I. ET LES CENTRES SOCIAUX

Ils furent faits en collaboration avec les responsables de la Santé Publique du Mali (Service de Nutrition, médecins, sages-femmes, assistantes sociales, etc...) et les mères des enfants, à qui étaient expliqués ce qu'étaient le coton sans glandes et ses propriétés intéressantes pour l'alimentation, tant des adultes que des enfants et des bébés.

A Bamako, les essais furent faits au Centre Social de HAMDALAYE et au Centre de P.M.I. de MISSIRA. A la campagne, ce fut dans les Centres de BAGUINEDA (à une trentaine de km de Bamako) et de KATI (à une quinzaine de km de la capitale).

Au cours des séances de "démonstration", les mères apportent divers aliments qui sont mis en commun. Le Centre ajoute les produits riches en protéines qu'il peut avoir : lait en poudre, C.S.M. (mélange de farine de maïs, soja et de lait en poudre) ou farine de coton sans glandes. Les animatrices préparent avec les mères des plats les plus équilibrés possible, en insistant spécialement sur les protéines et les vitamines, C en particulier.

Voici par exemple, les plats préparés lors de notre passage à HAMDALAYE (Bamako) :

beignets avec le C.S.M. plus un peu de lait, un oeuf et du sucre, frits dans de l'huile d'arachide ;

bouillie préparée à partir de farine de sorgho (2 volumes), de C.S.M. (2 volumes) et de farine de coton sans gossypol (1 volume), plus du sucre.

Toutes les grandes personnes ont goûté cette bouillie qui fut ensuite donnée aux dix enfants présents dont la moitié étaient des nourrissons âgés de moins de 6 mois. Pour l'autre moitié, l'âge variait de 6 mois à 4 ans. Tous mangèrent avec appétit cette bouillie, à l'exception d'une fillette de 7 mois, sans que nous ayons pu savoir la raison de son refus.

Pour les 5 enfants de plus de six mois, du riz du Mali (à 20 % de brisures) fut préparé avec une sauce contenant de la farine de coton et les autres ingrédients suivants : tomates fraîches, concentré de tomates, viande fraîche, oignons frais, oignons secs, soubala, aubergines fraîches, huile d'arachide et sel. Les mères et le personnel du Centre Social trouvèrent bonne cette sauce qui leur rappelait le goût de la sauce à l'arachide. Les cinq enfants présents mangèrent sans difficulté le riz cuit à l'eau, mélangé à cette sauce.

Au Centre de P.M.I. de BAGUINEDA, d'autres préparations furent conseillées par la sage-femme : une bouillie sucrée de petit mil (3 volumes) et de farine de coton sans glandes (1 volume), ainsi qu'une soupe de légumes (poireaux, tomates, oignons frais) contenant du poisson frais et de la farine de coton. Six enfants reçurent tous les jours ces plats et huit jours après, lors de notre passage, la sage-femme avait arrêté l'expérimentation pour deux des enfants qui avaient des diarrhées dont nous ne connaissons pas la cause. Pour la suite, la sage-femme pensait ajouter de la farine de coton au fari, qui est à base de farine de haricots (niébé).

9. UTILISATIONS CULINAIRES DES GRAINES DE COTON SANS GOSSYPOL

Des essais à partir des graines furent moins nombreux que ceux faits avec de la farine, ceci pour plusieurs raisons.

Nous n'avons disposé de graines que plusieurs jours après le début des premiers essais d'acceptabilité commencés avec de la farine. Rappelons que nous n'avons pas disposé de tourteau.

L'obtention de farine non déshuilée à partir des graines est une opération longue. D'ailleurs, plusieurs femmes n'utilisent plus les graines de coton avec glandes, alors qu'elles ont l'habitude d'employer couramment des farines très diverses.

Enfin, la teneur importante en huile des amandes (37 %) en rend son emploi plus difficile en dehors de l'utilisation dans les sauces à l'instar de l'arachide ou sous forme de graines grillées. Cette difficulté se rencontre surtout dans l'emploi pour les beignets ou pour les diverses préparations dans lesquelles le coton est associé aux céréales ou aux haricots.

Nous avons cependant pu voir préparer plusieurs plats à partir des graines et chiffrer dans certains cas le rendement en farine non déshuilée, à partir des graines non décortiquées.

Essai n°	Graines non décortiquées et non délintées	Coques et linter	"Son" (pellicules plus coques brisées)	Amandes	Farine tamisée	Pertes
1	1000 g 100,0 %	720 g 72,0 %	55 g 5,5 %		155 g 15,5 %	70 g 7,0 %
2	5000 g 100,0 %	3090 g 61,8 % (pour les bovins)	590 g 11,8 % (pour faire du savon)	790 g 15,8 %		530 g 10,6 % (mangées en partie par les poules)
3	5000 g 100,0 %	3390 g 67,8 % (contenant du son)	185 g 3,7 %	1225 g 25,1 %	1020 g 20,4 %	355 + 50 = 405 g 7,1 + 1,0 = 8,1 %
4	1000 g 100,0 %	760 g 76,0 %	95 g 9,5 %		85 g 8,5 %	70 g 7,0 %

Essai n° 1. Essai sur une trop petite quantité de graines, nécessitant 1 heure de travail pour 2 femmes (soit 2 h de travail au total), 2 pilonnages et divers tamisages, mais pas de vannage.

Essai n° 2. 2 pilonnages et 1 vannage nécessitant environ 2 heures de travail pour 2 femmes (soit 4 h de travail en tout) pour obtenir des amandes. Le vannage entraîne des pertes importantes, mais le "son" obtenu sert ici à la fabrication de savon.

Essai n° 3. Travail bien fait donnant une farine plus fine que la "fine fleur". Plusieurs pilonnages et tamisages, mais pas de vannage. La séparation des amandes des coques demande 35 minutes pour 3 et, à certains moments, 4 femmes (soit environ 1 h 3/4 au total). La préparation de la farine nécessite 30 mn pour 4 femmes (soit environ 2 h au total). Ainsi le travail total est d'environ 1 h pour 4 femmes, soit en tout environ 4 h de travail, pour obtenir une farine bien tamisée.

Essai n° 4. Essai sur une trop petite quantité de graines et travail mal fait : la séparation des amandes des coques n'a pas été assez poussée.

Jusqu'à ce que d'autres essais soient faits, nous pouvons prendre l'essai n° 3 comme première estimation de rendement.

Ainsi sont obtenus, en poids, à partir des graines non décortiquées et non déshuilées, environ 25 % d'amandes donnant par la suite 20 % de farine tamisée.

Le rendement obtenu à l'usine a été mauvais : environ 3,5 tonnes de farine "fine fleur" à partir de 25 tonnes de graines. De plus la qualité est très inégale. Ce mauvais rendement serait dû aux quantités de graines utilisées pour débarasser complètement les machines du gossypol pouvant rester du coton BJA. Il faut cependant noter qu'en usine, en plus de la farine, a été recueillie de l'huile (soit environ 20 % en poids des graines) alors que la farine artisanale n'est pas déshuilée. Le rendement en farine à partir des graines devrait normalement être de 30 à 39 % d'après les dirigeants de l'usine ; 33 % serait d'après eux une bonne approximation. Ce rendement (33 %) nous semble difficilement pouvoir être dépassé si on le compare avec la composition des graines du coton Glandless Bulk A utilisé. Ces graines sont constituées de 41 % de coques et linter et de 59 % d'amande (huile 22 % et tourteau 37 %). Dans cette composition, les pertes ne sont pas prises en compte.

10. ESSAIS EN BISCUITERIE ET EN MEUNERIE

Un fabricant de bonbons, biscuits et pâtes alimentaires de Bamako (Société Malienne de Biscuiterie et de Pâtes Alimentaires) s'est proposé pour faire des essais de biscuits et de pâtes alimentaires.

A cause de la farine industrielle de coton sans gossypol qui contenait des grains noirs (débris de coques et de pellicules) dans les sacs disponibles, les essais de pâtes alimentaires n'ont pu être faits et le seront avec de la farine correctement préparée. 5 puis 10 % de farine de coton seront ajoutés à la semoule de blé dur.

Des biscuits, dits "biscuits de mer", commercialisés au Mali et dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest ont été préparés en ajoutant 10 %, 15 % et 20 % de farine de coton à la farine de froment (blé tendre) habituellement utilisée. Ces biscuits contiennent aussi 15 % de sucre et du bicarbonate de soude, comme les biscuits ordinairement commercialisés. Ils sont cuits à 280 - 300°C. La couleur des biscuits contenant du coton est légèrement plus jaune que celle des biscuits n'en contenant pas. Le goût, agréable, est aussi très légèrement différent. Les biscuits contenant du coton seraient peut être légèrement plus durs, mais ceci devrait être infirmé ou confirmé après un temps de conservation assez long.

D'après l'industriel, il n'y a pas de problème technique pour l'utilisation de la farine de coton. Il a d'ailleurs commercialisé pratiquement tous les biscuits contenant du coton avec les autres biscuits.

En France, l'I.R.C.T. a pris des contacts pour des essais d'introduction de farine de coton sans gossypol dans des biscuits, des pâtes et du pain.

1°. COMMERCIALISATION SUR LES MARCHES

Après avoir pris contact avec l'O.P.A.M., Organisme d'Etat chargé en particulier de la Commercialisation des Céréales, après avoir rassemblé une partie des renseignements sur l'utilisation traditionnelle du coton avec gossypol et essayé les principales utilisations possibles dans l'alimentation de base des Maliens du coton sans gossypol et après avoir eu les premières réactions des consommateurs, nous avons essayé de voir à quel prix la farine et les graines de coton sans glandes pourraient être vendues. Pour ce nous sommes allées pendant une semaine sur tous les marchés de la région de FANA. C'est dans cette région qu'ont été cultivés les 87 ha de coton sans gossypol, au village de TINGOLE.

Avec les agents de l'I.R.C.T. et du service de Nutrition de la Santé Publique, nous sommes allés sur les marchés suivants :

lundi	30 avril 1973		KOBA I près de KOLOMBADA
mardi	1er mai "		MARKACOUNGO
mercredi	2 "	"	FANA
vendredi	3 "	"	TINGOLE
samedi	4 "	"	DIOÏLA

Nous procédions de la manière suivante.

Deux ou trois mets étaient préparés tôt le matin à partir du coton sans gossypol (sauce, beignets, couscous, laro, etc...). Arrivés sur le marché, les Maliens expliquaient en bambara ce qu'étaient ce coton sans gossypol et les utilisations possibles, faisaient déguster graines, farine et mets préparés et ensuite mettaient en vente graines et farine à des prix volontairement élevés, fixés par référence aux prix des céréales.

Plusieurs fois, des préparations de petits beignets contenant du coton furent faites sur le marché par des marchandes de beignets. Une partie était donnée en dégustation, une autre était vendue au prix de 1 à 5 FM (1) pièce suivant les marchés. Dans tous les cas, et quel que soit le prix dans les limites indiquées plus haut, ces beignets qu'ils soient faits avec du sorgho, du maïs ou des haricots et du coton se vendaient en quelques minutes, non sans quelques bousculades, car la quantité était limitée.

(1) 1 Franc Malien vaut 0,01 Franc Français.

Sur 3 marchés, des femmes ont fait une démonstration de pilonnage et de tamisage de graines de coton pour obtenir de la farine artisanale non déshuilée que nous faisions goûter aux spectateurs.

Par marché, nous avons vendu au détail un sac de 30 kg de farine de coton (quantité maximum que nous avons décidé de vendre), à un prix variant de 80 FM à 120 FM le kg suivant le lieu.

D'autre part, des Maliens travaillant avec nous faisaient le marché en achetant les principaux produits alimentaires disponibles (céréales, arachides, haricots, etc...). Les prix et les quantités pesées ultérieurement étaient consignés.

La vente des graines à un prix de 30 FM puis 20 FM le kg, après un premier essai vain à 40 FM, fut plus difficile pour plusieurs raisons.

D'abord, le gros travail que nécessitait l'obtention de farine non déshuilée à partir des graines rebute les éventuels acheteurs, surtout si en même temps est proposée à la vente une farine déshuilée, plus commode à utiliser dans la cuisine et à un prix de revient équivalent ou inférieur à celui de la farine obtenue à partir des graines. En effet, nous avons calculé le prix des graines en fonction de la composition théorique de celles-ci : environ 40 % de coques et linter et 60 % d'amandes. Nous voulions obtenir pour la farine artisanale un prix bien inférieur au prix de la farine industrielle déshuilée, soit moins de 70 FM le kg de farine artisanale faite avec les graines à 40 FM le kg, quand la farine industrielle était vendue 80 FM et moins de 35 FM le kg de farine artisanale faite avec les graines vendues à 20 FM le kg, quand la farine industrielle était vendue de 100 à 120 FM le kg. Mais nous nous sommes aperçus ensuite, mais trop tard, que le rendement artisanal n'était que de 20 % environ, ce qui entraînait un prix de revient de 100 FM le kg de farine artisanale, pour un prix de 20 FM le kg de graines et de 150 FM quand les graines étaient vendues à 30 FM le kg.

Enfin, une autre raison de la mévente des graines était la méfiance transformée ensuite en opposition, de la plupart des agents de l'I.R.C.T. devant la vente des graines. La raison invoquée et reprise ensuite par des responsables de la C.F.D.T. est la crainte de voir acheter par les paysans des graines de coton sans glandes pour les semences, malgré les explications des vendeurs. Ces graines semées avec du coton BJA auraient donné des hybrides avec glandes, ce qui aurait eu pour résultat de faire croire aux paysans que les graines vendues n'étaient pas d'une variété sans glandes. En effet, les cotonniers sans glandes sont des hybrides doublement récessifs. Cette objection est évidemment fondée, mais sa portée est cependant limitée, car nous ne vendions que quelques kilogrammes de graines. De plus, les paysans qui reçoivent gratuitement les graines de semences de coton BJA de la part de la C.F.D.T. n'auraient eu qu'un intérêt limité à acheter nos graines pour les semences à moins qu'ils ne soient vraiment entièrement acquis au coton sans glandes et qu'ils ne souhaitent obtenir des semences par tous les moyens ce qui n'est pas à exclure a priori, mais serait alors une indication très positive pour une vulgarisation ultérieure.

Ainsi, les vendeurs opposés à la diffusion des graines étaient mal disposés pour les "placer" auprès des acheteurs. Aussi les résultats très moyens des ventes de graines ne sont pas significatifs, à notre avis, et devraient être confirmés ou infirmés par des vendeurs favorables à la vente de ces graines pour l'alimentation humaine et acceptant de courir le risque que quelques kilogrammes au plus de graines soient semés.

Néanmoins, le danger d'un mélange des variétés est un réel problème qui reste posé et qui devra être résolu d'une façon ou d'une autre, si le coton sans glandes est vulgarisé sur une grande échelle.

Notons que les noms et villages de tous les acheteurs de farine et de graines ont été relevés pour pouvoir suivre éventuellement par l'I.R.C.T. et la C.F.D.T. le devenir de ces produits.

Voici les principaux résultats chiffrés, par marché :

	MARCHE de :	KOBA I	MARKACOUNGO	FANA	TINGOLE	DIOLLA
Vente de graines	Prix du kg	40 FM puis 30 FM	20 FM après un essai vain à 30 FM	30 FM	30 FM	20 FM
	Quantité vendue	0 kg	4 kg	40 kg 1 à 16 kg (1)	0	0
	Nombre d'acheteurs	0	1	10	0	0
	Durée de la vente	5 h	6 h	4 h	5 h	1 h
Vente de farine	Prix du kg	80 FM	100 FM (le 1er kg à 120 FM)	110 FM	120 FM	120 FM
	Quantité vendue	31 kg 1 à 5kg (1)	28,5 kg 0,5 à 3 kg (2)	29,5 kg 0,5 à 3 kg (2)	30 kg 1 à 5 kg (3)	3 kg vendus par kg 3
	Nombre d'acheteurs	13	23	17 dont 1 ayant aussi acheté des graines	19	
	Durée de la vente	1/2 h	5 h pour le 1er kg à 120 FM 1 h pour tout le reste à 100 FM	2 h	5 h	1 h
Prix relevés sur les marchés et ramenés au kg	Sorgho blanc (4)	60 FM	62,5 FM	-	néant	68 FM
	Petit Mil	néant	108 FM	-	néant	83 FM
	Foria	néant	néant	-	néant	néant
	Riz étuvé et pilonné	170 FM	170 FM	215 FM	185 FM	200 FM
	Riz pilonné blanc	-	-	191 FM	-	-
	Haricots (niébé)	172 FM	130 FM	138 FM	environ 135 FM	93 FM
	Fortement charançonnés					
	Arachides non décortiquées	118 FM non triées	74 FM	75 FM	71 FM	63,5 FM
	Arachides décortiquées (5)	-	-	155 FM très belles	-	-
	Cyperus esculentus	-	-	179 FM	-	-
	Graines de néré sèches	231 FM	-	-	-	-
	Soumbala (pâte de néré séchée et fermentée)	345 FM	-	-	-	-
	Poisson sec	350 FM	-	-	-	-
	Poisson fumé	500 FM et 379 FM	-	-	-	-
	Feuilles de baobab sèches	170 FM (6)	-	-	-	-
	Farine de feuilles de baobab sèches	250 FM (6)	-	-	-	-
	Oignons frais (petits)	135 FM (7)	-	-	-	-
	Épiments entiers séchés	1 515 FM	-	-	-	-
	Gingembre (racines) appelé "gnamakou"	133 FM	-	-	-	-
Oeufs de pintade						
L'unité	7,5 FM	-	-	-	-	

(1) Maximum d'achat fixé à 3 kg, mais non respecté. (2) Maximum d'achat fixé par nous.

(3) Maximum d'achat de 2 kg, porté à 5 kg pour 2 acheteurs achetant pour des groupes.

(4) Prix officiel (O.P.A.M.) de vente au détail : 32,5 FM le kg.

(5) Prix officiel : arachides décortiquées à la main, 60 FM le kg.

(6) Il n'y a pratiquement pas de baobab dans la région.

(7) A cause de la sécheresse, il n'y a pas eu de récolte d'oignons dans la région.

Sur les marchés, les céréales, quand nous en avons trouvées, avaient un prix assez stable : 63,5 FM en moyenne le kg de sorgho blanc (60 à 68 FM), 95,5 FM le kg de petit mil (83 et 108 FM) et 188 FM le kg de riz étuvé (170 à 215 FM).

Les prix des haricots (niébé) et des arachides varient presque du simple au double : 128 FM en moyenne pour le kg de haricots (93 à 172 FM) et 80 FM en moyenne pour le kg d'arachides non décortiquées (63,5 à 118 FM).

Pour le sorgho, le prix moyen de vente est presque le double du prix officiel : 63,5 FM le kg au lieu de 32,5 FM.

A part le riz et parfois le sorgho, pratiquement toutes les denrées dont nous avons relevé les prix étaient vendues à la mesure, au tas ou au morceau et non pas au kilogramme. En général, pour les céréales, les prix à la mesure sont plus élevés (ramenés au kg) que les prix au kilogramme.

Nous avons vendu les graines (20 à 30 FM le kg) et la farine de coton (80 à 120 FM) à des prix qui nous paraissent élevés et c'était intentionnel. Ces prix nous semblent être des maximums et encore il faut tenir compte du manque relatif de céréales dans la région où nous avons fait nos essais de commercialisation. Les prix des céréales sur les marchés, du sorgho en particulier, sont souvent de bons indicateurs pour connaître la pénurie ou d'abondance des produits vivriers dans une région et à une époque donnée de l'année.

En première approximation, et sous réserve que les essais de commercialisation que doit faire l'I.R.C.T. quand la nouvelle récolte des céréales sera disponible confirment ces résultats, nous pensons que les prix maximums de vente au détail possibles ne doivent pas dépasser le tiers du prix du sorgho pour les graines de coton et le double pour la farine. Ces prix "plafond" ne sont cependant pas les prix optimums, ni les prix qui permettraient une utilisation très large, par les populations qui en ont le plus besoin, de ces denrées riches en protéines de qualité.

Nous pensons que des prix proches du prix officiel du sorgho pour la farine et du 1/5 de celui du sorgho pour les graines devraient être des prix possibles à obtenir. Nous reverrons brièvement cette question plus loin.

12. MISE EN PLACE D'ESSAIS ULTERIEURS D'ACCEPTABILITE

La conjoncture actuelle due à la sècheresse a sûrement influencé les résultats de nos essais. L'I.R.C.T. doit reprendre ces essais de consommation et de commercialisation pendant les autres saisons de l'année et tout spécialement après la prochaine récolte des céréales.

La quantité disponible de graines et de farine de coton sans gossypol est limitée, aussi, en collaboration avec l'I.R.C.T., les services de la Santé Publique du Mali et les responsables intéressés nous avons prévu les expérimentations suivantes.

- Tout d'abord estimation des quantités qu'acceptent de consommer des familles et de la durée de cette période de consommation.

Pour cela, des graines et 1 000 kg de farine sont destinés au C.F.A.R. (Centre Familial d'Animateurs Ruraux) de TOMINIAN près de SAN. Ce qui, en toute première approximation, permettrait une expérimentation d'environ 5 mois sur la base de 10 % de la ration de mil constitués par du coton sans gossypol.

Les responsables de ce centre de formation fournissent hebdomadairement aux 24 jeunes paysans stagiaires et à leur famille (épouse plus un ou deux enfants en général) les céréales pendant la durée du stage (10 mois) qui débute chaque année fin mai, sur la base de 1 kg de mil par adulte et par jour. Ces responsables acceptent de fournir en même temps que les céréales, graines et farine de coton sans gossypol, en notant les quantités distribuées et les modes d'utilisation. Connaissant la langue des stagiaires qui sont bobo-oulé, ils se proposent aussi de noter tous les renseignements concernant la répartition de ce coton et son utilisation dans l'alimentation (avantages, défauts, critiques, etc...).

L'I.R.C.T. s'est chargé de rassembler tous ces renseignements et de suivre l'évolution de l'expérimentation pour la modifier si nécessaire au fur et à mesure. Une démonstration et des essais culinaires ont été faits lors de nos passages avec des moniteurs et responsables, mais en l'absence des stagiaires pas encore arrivés. De nouveaux essais et une information réciproque sur ce coton et sur les modes d'utilisation possibles doivent être faits en présence des stagiaires et de leur famille en début d'expérimentation.

Un examen de l'état sanitaire et nutritionnel des familles, au moins au début et à la fin de l'expérimentation, serait du plus grand intérêt. Il en serait de même du relevé systématique des troubles et maladies éventuels survenant en cours des essais, attribués ou non au coton sans gossypol. Cette expérience devrait permettre de mieux connaître l'accueil réservé à ces nouveaux produits, et ceci pendant plusieurs mois, dans un milieu de paysans jeunes et dynamiques.

- Des contacts seront pris par l'I.R.C.T. avec l'école ménagère de Ségou afin de chercher de nouvelles recettes, de les essayer et de les consigner en vue d'une information ultérieure de la population, quand sera vulgarisé ce coton sans glandes.

- Une expérimentation dans les Centres Sociaux et de P.M.I. est en cours, avec la participation des services de la Santé Publique et de l'I.R.C.T.. Une petite quantité de graines et 1 000 kg de farine de coton sont réservés pour ces essais, ce qui permettra une expérimentation de plus de 8 mois sur la base de 2 fois 30 enfants consommant environ 200 g de mil par personne et par jour, dont 1/3 en moyenne est remplacé par du coton, ce qui est déjà beaucoup.

Quatre centres ont été retenus : deux à Bamako (MISSIRA et HAMDALAYE) et deux à l'extérieur de la capitale (BAGUINEDA et KATI). Dans chacun de ces centres, des enfants de 6 mois à 4 ans, une trentaine si possible et au moins le maximum, sont choisis. Ils comprennent en particulier les enfants dénutris ou atteints de malnutrition. L'état nutritionnel et sanitaire de chaque enfant est noté. Il sera suivi tout au cours de l'expérimentation. Un examen plus poussé par un médecin est prévu au début et à la fin des essais.

Les enfants de deux centres (l'un à Bamako, l'autre à l'extérieur de la capitale) seront pris comme témoins ; les enfants des autres centres seront soumis à l'expérimentation de supplémentation de leur alimentation par du coton. Les témoins sont pris volontairement dans d'autres centres, car il est apparu qu'il était psychologiquement et pratiquement impossible de procéder à une supplémentation de la ration de certains enfants et pas d'autres dans le même quartier. C'eût été vouer à l'échec toute expérience de longue durée que de faire le contraire.

Dans les centres, où sont faits les essais, ceux-ci sont expliqués aux mères des enfants et des démonstrations de plats sont faites avec elles. La distribution de coton sans gossypol, les possibilités d'utilisation dans l'alimentation des enfants, sont mises au point avec ces femmes. Les responsables des centres sont chargés de la distribution et du contrôle de l'utilisation de coton sans gossypol par les enfants choisis. Ils doivent noter tous les renseignements sur la santé et l'alimentation de ces enfants et de leur famille. En particulier, des fiches individuelles seront tenues à jour. Elles contiendront au moins le nom, l'âge, le sexe, l'ethnie, le nombre et l'âge des frères et soeurs, l'état sanitaire et nutritionnel, les accidents de santé, le poids (par pesée hebdomadaire), la base de l'alimentation, les conditions de vie et d'hygiène, les quantités de coton consommés et sous quelles formes, les troubles éventuels, et les autres renseignements utiles concernant les enfants. En cas de troubles (vomissements, diarrhées, réactions allergiques, etc...) imputables ou non au coton, il est prévu qu'un médecin participant à l'expérience sera consulté.

Dans la mesure du possible, et d'après ce qu'auront décidé les médecins associés à cette expérimentation, des analyses plus fines sont à envisager comme par exemple l'hématocrite, le taux de protéines plasmatiques et le pourcentage d'albumine par électrophorèse à partir d'un peu de sang recueilli dans un tube capillaire oxalaté, par piqûre au doigt. Ces analyses faites en début et en fin d'expérimentation permettraient de mieux apprécier l'efficacité de la supplémentation.

Malgré tout le soin et la compétence de ceux qui mèneront à bien cette expérimentation, il peut arriver que certains résultats ne soient pas interprétables statistiquement et que beaucoup de résultats soient plus qualitatifs que quantitatifs. Ils n'en seront pas moins du plus grand intérêt et permettront une utilisation rationnelle du coton sans gossypol comme aliment de supplémentation de l'alimentation des enfants, surtout au moment du sevrage.

- Enfin, sous le contrôle de l'I.R.C.T., des essais complémentaires de biscuits et de pâtes alimentaires sont prévus au Mali (300 kg de farine de coton semblent suffisants) et en meunerie en France (200 kg de farine de coton).

En plus des attaques par les prédateurs lors de la culture, existe un problème de stockage des graines, du tourteau et de la farine de coton sans gossypol. En particulier, l'éventuel rancissement devra être suivi de près. Il serait souhaitable que l'I.R.C.T. recueille le maximum de renseignements sur le stockage des graines et de la farine (rancissement, moisissures, attaques par des insectes, ou des rongeurs, etc...) qu'il possède au Mali.

13. ANALYSES ET ESSAIS NUTRITIONNELS

Plusieurs organismes et laboratoires sont concernés et tout d'abord le Centre de Technologie et de Chimie de l'I.R.C.T. à Nogent-sur-Marne, dirigé par M. BUI - XUAN - NHUAN.

L'I.R.C.T. a prévu une collaboration avec d'autres laboratoires : Santé Publique au Mali, O.R.A.N.A. à Dakar, SODEC à Kaolack, I.T.I.P.A.T. (Institut pour la Technologie et l'Industrialisation des Produits Agricoles Tropicaux) à ABIDJAN, I.N.R.A. (Institut National de la Recherche Agronomique) et Ecole Française de Meunerie en France, etc...

Lors de notre passage au Sénégal, les responsables de l'O.R.A.N.A. m'ont confirmé leur désir de travailler avec l'I.R.C.T. et ont proposé en particulier d'étudier la composition en acides aminés et l'indice biologique sur animaux du coton sans gossypol. L'I.T.A. (Institut de Technologie Alimentaire dirigée par Madame le Docteur BASSE) et le B.A.N.A.S. (Bureau d'Alimentation et de Nutrition Appliquée du Sénégal) dirigé par le Docteur Thianar N'DOYE) à Dakar sont deux organismes très intéressés par le coton sans gossypol.

L'I.T.I.P.A.T. d'Abidjan a déjà demandé à l'I.R.C.T. 50 kg de farine de coton sans gossypol pour des essais.

Comme nous l'avons déjà dit, les services de la Santé Publique de Mali sont partie prenante des expérimentations en cours.

Dès réception d'une quantité importante de farine (220 kg), afin d'avoir un échantillonnage correct, l'I.R.C.T. a prévu, en France, une analyse des acides aminés et des résidus de pesticides. L'absence d'aflatoxine a été confirmée en collaboration avec l'I.R.A.T. (Institut de Recherches d'Agronomie Tropicale).

Nous pensons que ces analyses, ainsi que la détermination de la composition centésimale doivent être faites sur la farine, ainsi que sur les graines et le tourteau.

Les effets du traitement industriel d'extraction d'huile et d'obtention de farine doivent être mis en évidence. Car une température élevée lors de la pression, si elle facilite l'extraction de l'huile qui dans le cas de coton sans gossypol supporte cette température sans dommages, dégrade une partie des acides aminés et diminue la valeur nutritionnelle du tourteau et de la farine obtenus.

Concernant les graines et l'huile, il est à prévoir un dosage des acides cyclopropénoïques toxiques.

Enfin, des analyses après différents temps de stockage sont nécessaires, afin de mettre en évidence les dégradations éventuelles des graines, tourteau et farine dues en particulier au rancissement des lipides.

14. QUELQUES ASPECTS ECONOMIQUES ET NUTRITIONNELS

La productivité du glandless est identique à celle du BJA à Tingolé, alors qu'elle n'était que de 85 % en station.

Dans l'attente de résultats plus complets sur la qualité des fibres du coton sans glandes du Mali et sur les essais de filature en cours, cette variété de coton semble très comparable, quant à la fibre, à la variété BJA vulgarisée au Mali.

Le rendement à l'égrenage est aussi bon. Quant à la composition des graines elle semblerait en faveur du coton sans glandes, mais avec des résultats ne concernant que quelques échantillons (voir tableau p. 16). Ceci demande à être vérifié et confirmé. Ainsi le Glandless Bulk A contiendrait moins de coque et moins de linter que le BJA, par contre plus d'amande et plus d'huile que ce même BJA et évidemment pas de gossypol.

On peut donc espérer un gain d'huile, de tourteau et de farine avec cette variété sans glandes. De plus, la diminution du taux de linter (11 % au lieu de 15 %) et l'absence de gossypol permettent de diminuer les pertes à l'extraction de l'huile et facilitent beaucoup les traitements.

La C.F.D.T. chargée de l'égrenage ne délinte pas les graines au Mali et ne semble pas avoir l'intention de le faire dans un proche avenir, contrairement à ce qu'elle fait en Haute-Volta où une partie des graines est délintée. Par ailleurs, le gossypol n'est pas récupéré en Afrique, en particulier faute de débouché. A la SQDEC, au Sénégal, les techniciens de l'usine estiment, d'après les premiers essais, qu'un gain de 5 % sur l'huile brute recueillie est à attendre avec la variété sans glandes.

Pour le tourteau, s'il est exporté pour l'alimentation du bétail, il n'y aurait pas de valorisation avec le coton sans glandes. Il peut en être autrement s'il est utilisé pour l'alimentation humaine.

Nous pensons qu'une étude économique sérieuse doit être faite pour chiffrer les gains ou les pertes consécutifs à un remplacement éventuel du BJA par du glandless. En particulier doivent être examinés :

- la protection des semences,
- le rendement à l'hectare,
- le rendement à l'égrenage,
- le taux de linter et de coque,
- les rendements en huile brute et en tourteau et le rendement en huile semi-raffinée (gains à l'extraction et au raffinage de l'huile par absence de gossypol qui s'accompagne d'une acidité beaucoup plus faible de l'huile obtenue à partir du coton sans glandes).

Actuellement, au Mali, les graines sont comptées par la C.F.D.T. comme ayant une valeur nulle au départ, tous les frais et bénéfices étant répercutés sur les prix de la fibre.

Pour la campagne 1972-1973, les chiffres et prix communiqués par la C.F.D.T. sont les suivants.

La récolte a été de 66 000 tonnes de coton-graine, pour 77 000 hectares recensés.

Le prix d'achat au paysan est de 50 FM le kg de 1er choix et de 35 FM le kg de 2ème ou 3ème choix. Les semences sont fournies gratuitement, mais les engrais, les traitements insecticides, l'amortissement et les réparations du matériel qui appartient au paysan sont à la charge de ce dernier. En moyenne et très grossièrement, le revenu est de 42 500 FM par ha (850 kg/ha), le bénéfice brut de 29 250 FM par ha (5 250 FM de traitements et 8 000 FM d'engrais) et le bénéfice net de 27 250 FM par ha (2 000 FM d'amortissement et de réparation du matériel) arrondi à 27 000 FM.

Les barèmes sont les suivants. La commission d'intervention de la C.F.D.T. de 10 % est comprise dans les prix indiqués, mais aucune autre marge bénéficiaire n'y est incluse.

Coton-graine

48 950 FM la tonne : achat au paysan par la C.F.D.T.,

66 251 FM la tonne : prix de revient brut, carreau usine d'égrenage (comprenant les subventions à la S.C.A.E.R. (1) l'encadrement, le transport, les marchés, les assurances, la collecte, etc...).

Ramené en fibre sur la base d'un rendement de 37,25 % à l'égrenage,

177 855 FM : prix de revient de la tonne de fibre (avant égrenage),

294 243 FM : prix de revient franco frontière du Mali de la tonne de fibre.

Dans ces calculs, tous les frais ont été supportés par la fibre. Les graines ont une valeur nulle au départ.

Graines commercialisées : environ 50 % des tonnages globaux en coton-graine, car il faut déduire les graines de 3ème choix, les imputés, les semences et les pertes,

5 910 FM : prix de revient de la tonne logée carreau usine d'égrenage (dont 5 060 FM de sacherie),

10 216 FM la tonne cédée à l'huilerie S.E.P.O.M. sur camion (y compris la taxe de régulation des prix agricoles),

7 216 FM la tonne cédée aux services nationaux d'embouche (exonérés de taxes),

19 906 FM la tonne franco frontière du Mali vers Dakar,

19 123 FM la tonne franco frontière du Mali vers Abidjan,

25 850 FM la tonne rendue Dakar sur wagon par l'intermédiaire de la SOMIEX (2),

27 767 FM la tonne rendue Abidjan sur wagon par l'intermédiaire de la SOMIEX.

(1) Société de Crédit Agricole et d'Équipement Rural.

(2) Société Malienne d'Importation et d'Exportation (Société d'État).

Cette année, graines et tourteaux se vendent très bien et à un prix élevé : 55 000 FM la tonne F.O.B. de graines (avant la dévaluation du dollar). Ainsi un bénéfice de 20 à 25 000 FM est actuellement fait par tonne de graines vendue.

Le Mali envisage de traiter les graines de coton dans le pays même, pour en extraire l'huile et obtenir du tourteau. Il existe déjà l'usine d'Etat de la S.E.P.O.M. à KOULIKORO qui fait ses premiers essais d'extraction par double pression sur des quantités importantes de graines de coton. Des difficultés pour obtenir un bon rendement à l'extraction et une huile brute facilement "dégossypolable" existent avec le matériel allemand de cet usine utilisant le principe de la double pression sans extraction par un solvant. Nous ne connaissons pas les raisons du choix du procédé d'extraction par double pression. Il est prévu que cette usine traite 20 000 tonnes de graines.

A KOUTIALA, au coeur de la principale région productrice de coton est projetée la construction d'une usine qui devrait traiter en 1974-75, 20 000 tonnes de graines, puis 40 000 tonnes après 1980. Le projet présenté par la C.F.D.T., qui s'élève à plus de deux milliards de FM, préconise le procédé par extraction à l'hexane sur pré-pression. C'est ce procédé qui s'impose, d'après les auteurs du projet, si l'on envisage de traiter des graines de coton glandless.

Il est peut-être encore temps de prévoir, dès à présent, dans ce projet un matériel de mouture dans l'éventualité d'une utilisation de coton sans gossypol. Probablement ce matériel n'entrerait que pour une part infime dans le coût global du projet.

Il est important que, pour permettre aux autorités compétentes de faire des choix éclairés, une étude montre les avantages et les inconvénients de l'exportation ou de la vente et de l'utilisation dans le pays des produits du cotonnier.

Ces questions se posent déjà avec le coton avec gossypol. Vaut-il mieux vendre les graines à l'exportation ou les utiliser pour le bétail national ? La question se posera aussi avec le tourteau et l'huile produits par les usines.

Avec l'éventualité de l'utilisation de coton sans gossypol, ces questions sont d'un enjeu encore plus grand. Faut-il exporter le tourteau pour l'alimentation du bétail (et peut-être, pour une partie, pour l'alimentation humaine) ou l'utiliser sur place et en priorité pour l'alimentation humaine ?

Sous quelles formes l'utiliser ? Dans la détermination des prix d'achat et de vente, des formes sous lesquelles ces produits seront commercialisés, des consommateurs et des régions ravitaillés en priorité, il faudra faire des choix.

A qui iront les revenus supplémentaires éventuels et dans quelles proportions : aux paysans producteurs, aux sociétés d'encadrement, à la caisse de stabilisation, aux usines de transformation, aux organismes de commercialisation ou aux commerçants privés, aux industries incorporant le coton dans des produits élaborés (pain, biscuits, pâtes, etc.), aux consommateurs des villes ou des campagnes, etc... ?

Les régions ou les groupes à qui seront fournis en priorité graines, tourteau ou farine de coton sans gossypol seront-ils : les producteurs de coton, les producteurs de céréales à qui une partie de la récolte achetée serait échangée contre des produits du coton, les zones rurales déficitaires en céréales, les villes possédant en moyenne un pouvoir d'achat plus élevé, les enfants des centres de P.M.I. et des centres sociaux, etc.. ?

Autant de réponses à donner en tenant compte de critères économiques, commerciaux et financiers, mais aussi de critères nutritionnels (produits du coton riches en protéines de qualité et régions ou groupes de la nation manquant de ces protéines) et politiques. Par exemple, l'O.P.A.M. ou un autre organisme d'Etat aura-t-il le monopole de la commercialisation ? Si oui, la politique d'achat et de vente des céréales à des prix très bas, en réduisant au minimum les marges bénéficiaires, sera-t-elle retenue pour les dérivés du coton riches en protéines ?

A notre avis et en regardant les expériences passées faites ailleurs avec d'autres produits riches en protéines, nous pensons qu'il faut essayer d'obtenir un prix de vente au consommateur le plus bas possible, afin de permettre à la plus grande partie de la population de pouvoir acheter ces produits.

D'autre part, les ruraux sont les plus nombreux et ont des revenus (surtout monétaires) plus faibles en moyenne que les urbains, aussi nous pensons que leur approvisionnement devrait être prioritaire.

Enfin, les femmes enceintes ou allaitantes et les jeunes enfants (moins de cinq ans) devraient être approvisionnés en priorité, car leurs besoins en protéines sont beaucoup plus importants que ceux du reste de la population.

Nous pensons qu'un prix de vente au détail proche de celui du prix du mil doit être possible pour la farine de coton, car l'extraction d'huile permet d'obtenir un tourteau à bas prix. Pour les graines aussi, dont la valeur est considérée comme nulle au départ, des prix très bas devraient pouvoir être obtenus à la vente au détail. Avec les graines, seul 1/5 du poids commercialisé est consommé par les hommes par l'obtention artisanale de farine non déshuilés, le reste pouvant cependant être utilisé pour l'alimentation du bétail.

En se basant sur les prix actuels d'achat des graines par l'huile de KOULIKORO et sur les prix de vente calculés pour la rentabilité de l'usine, nous obtenons en toute première approximation les prix possibles suivants.

COTON - GRAINE 1000 kg achetés au paysan
48 950 FM (1)

FIBRE
37 %

GRAINES COMMERCIALISEES

50 % (2) soit 500 kg de valeur nulle au départ

vendues sur camion (sacherie comprise) à la S.E.P.O.M.
 $10,216 \times 500 = 5\ 108\ \text{FM}$

(y compris la taxe de régulation des prix agricoles soit $3,000 \times 500 = 1\ 500\ \text{FM}$)

HUILE BRUTE

TOURTEAU

BJA
15 % du poids des graines (3)
 $0,15 \times 500 = 75\ \text{kg}$

Glandless
17 % du poids des graines (3)
 $0,17 \times 500 = 85\ \text{kg}$

20 FM le kg, sortie usine, dans le calcul de rentabilité (4)

HUILE SEMI-RAFFINEE

FARINE

BJA
90 % de l'huile brute (5)
 $0,90 \times 75 = 67,5\ \text{kg}$

Glandless
95 % de l'huile brute (5)
 $0,95 \times 85 = 80,75\ \text{kg}$

33 % du poids des graines soit 167 kg à 25 FM le kg de farine, sortie usine,
 $167 \times 25 = 4\ 175\ \text{FM}$

Prix minimum de l'huile semi-raffinée, sortie usine : 160 FM

BJA
 $160 \times 68,5 = 10\ 800\ \text{FM}$

Glandless
 $160 \times 80,75 = 12\ 920\ \text{FM}$

soit un gain
de 2 120 FM avec le glandless

- (1) 50 FM le kg de 1er choix et 35 FM le kg de 2ème et 3ème choix.
- (2) Car les semences, les graines de 3ème choix et les pertes ne sont pas commercialisées.
- (3) Rendements estimés à l'usine de la SODEC (extraction à l'hexane sur prépression) et non à la SEPOM (double pression) où les rendements seront probablement plus faibles, mais où le gain d'au moins 2 % en faveur du glandless, dû à une plus forte teneur en huile des graines, sera conservé.
- (4) Vu les cours actuels élevés à l'exportation, le tourteau est momentanément vendu par la SEPOM 40 FM le kg, sortie usine.
- (5) Rendements estimés à la SODEC. Ceux de la SEPOM seront très probablement identiques. Un gain d'au moins 5 % sur l'huile brute est obtenu avec le glandless (pas de gossypol, acidité de l'huile plus faible).

Estimation du prix possible de la farine de coton

- tourteau : kg, sortie usine	20 FM
- transformation en farine et pertes	5 FM
	<hr/>
- prix du kg de farine, sortie usine	25 FM

En prenant comme référence les frais déjà chiffré par l'O.P.A.M. pour le mil :

- frais de collecte	déjà comptabilisés	
- frais de ramassage	déjà comptabilisés	
- déchet 5 % sur 25 FM		1,25 FM
- usure sacherie (estimée au double des frais pour le mil, en raison de la qualité des sacs requise pour la farine, cependant une partie du prix de la sacherie était déjà comprise dans le prix du tourteau)	2 x 0,90 =	1,80 FM
- frais financiers		0,60 FM
- marge "O.P.A.M."		5,00 FM
		<hr/>
		33,65 FM
	arrondi à	34 FM le kg

Le prix du mil à ce stade (prix de rétrocession dans les zones de production) est de 31 FM. A ce stade, la différence entre la valeur des 167 kg de farine, obtenue à partir des 1 000 kg de coton-graine du départ, et la valeur de 167 kg de mil est de $3 \times 167 = 501$ FM arrondi à 500 FM.

Le gain dû aux meilleurs rendements en huile avec le glandless a été estimé à 2 120 FM.

Une partie de ce gain, soit 500 FM, permettrait de rétrocéder la farine de coton au même prix que le mil.

Une autre partie, soit 167 FM, permettrait, à notre avis, d'échanger la farine de coton contre du mil (sur la base de 1 kg de farine de coton contre 1,5 kg de mil) dans les zones de production ; c'est-à-dire de ramener la valeur d'échange de la farine de coton de 31 FM à 30 FM le kg, car 1 kg de mil est acheté 20 FM au producteur. Cet échange améliorerait la ration alimentaire du producteur de mil et inciterait peut-être les paysans à livrer à l'O.P.A.M. une partie de leur production de mil, ce qui ne se fait pas toujours spontanément.

Le reste de ce gain et ce qui n'aurait pas été utilisé pour permettre d'échanger de la farine de coton contre du mil (1), soit environ 1 500 FM, pourraient contribuer à remonter le prix d'achat du coton-graine au paysan. Cette contribution serait de 1,50 FM par kg.

Rappelons que le prix (aligné sur celui du mil) de vente au détail de la farine de coton serait alors de 32,50 FM le kg dans les zones de production (1,50 FM de marge de détail, comme pour le mil).

En considérant les frais de transport identiques à ceux supportés par le mil, les prix de vente au détail (identiques à ceux du mil) seront de :

- 39 FM à KAYES (commune),
- 37 FM à BAMAKO (commune),
- 45,50 FM dans la 6ème région (GAO) et
- 32,50 FM dans le reste du territoire.

Les frais de transport seront en réalité différents de ceux du mil, car ce dernier est stocké dans les Chefs-lieux de Cercle et le coton sera obligatoirement traité aux huileries, s'il est transformé en huile et tourteau ou farine.

Ce calcul très sommaire et approximatif n'a qu'un but : montrer qu'avec des choix identiques à ceux faits pour la commercialisation des céréales, il n'est pas impossible de vendre le coton sans gossypol (calcul fait sur la farine) à des prix identiques ou du moins très voisins de celui du mil, tout en augmentant légèrement le prix d'achat du coton-graine au producteur.

(1) En effet, seule une partie de la farine de coton sera échangée contre des céréales.

Si le coton est commercialisé sous forme de tourteau, ce prix peut encore être diminué. S'il est vendu sous forme de graines, d'autres calculs doivent être faits. Proportionnellement, le prix sera probablement plus élevé pour le consommateur, car les gains faits sur l'huile supportant la baisse des prix de vente de la farine et l'augmentation du prix d'achat du coton-graine au paysan n'existent plus. A moins que la différence ne soit supportée par un autre financement, comme la suppression de la taxe sur la régulation des prix agricoles, comme c'est actuellement le cas, quand les graines sont vendues aux Services Nationaux d'Elevage pour l'embouche du bétail.

Dans les calculs économiques à faire, il est important que les coûts de stockage et les pertes éventuelles soient correctement estimés. Pour la sacherie, il est essentiel que les propositions faites tiennent compte du produit final vendu et de fait qu'il n'y a aucun intérêt à fournir une sacherie dont la qualité (et le prix) dépasse les services qu'on lui demande. En particulier, nous pensons que l'emballage en petits sachets de quelques grammes ou de quelques kilogrammes, préconisé par certains, est à proscrire, si l'on veut diffuser largement le produit, car sinon la part de la sacherie serait beaucoup trop importante dans le prix de vente au détail. Nous pensons que des sacs de 30 à 100 kg seraient des formes de conditionnement commodes et relativement bon marché.

Par ailleurs, nous pensons que la vente de farine de coton aux industriels utilisant principalement de la farine de froment importée comporte des avantages, mais aussi des inconvénients. Parmi les avantages, figurent la substitution d'une partie de la farine importée par un produit probablement meilleur marché provenant du pays, et la garantie d'un écoulement régulier qui peut être spécifié par contrat. Mais parmi les inconvénients, il y a un encouragement à la production de denrées élaborées chères pour le consommateur, dont la plus grande partie (au moins 80 %) sera toujours constituée de farine importée et le fait que les gains dus au bas prix d'achat éventuel par l'industriel de la farine de coton ne seront pas entièrement répercutés sur les prix de vente et que les bénéfices ainsi dégagés ne profiteront probablement que très partiellement aux consommateurs.

Jusqu'à présent, nous n'avons pris en considération que les graines ou la farine de coton, mais pas le tourteau.

La vente des graines pose de réels problèmes, tant pour la sauvegarde du potentiel génétique, qu'économiques (transport de quantité importante de déchets, vente en même temps au consommateur de lipides et de protéines, etc...) et culinaires (difficultés d'obtention de la farine et d'utilisation dans la cuisine d'un produit très gras). L'extraction artisanale d'huile, qui n'aura pas à être dégossypolée, à partir de graines qui pourraient être décortiquées industriellement, n'est cependant pas à exclure. Nous n'avons malheureusement pas fait de tels essais au cours de notre mission.

Enfin, il est certain que dans des pays très industrialisés, il est possible d'obtenir à partir de coton avec gossypol des farines entièrement dégossypolées. A cause du prix de revient actuellement élevé de ces farines, il ne semble pas envisageable, dans un bref avenir, de pouvoir utiliser de telles méthodes au Mali. La possibilité d'exporter les graines et de faire revenir de la farine dégossypolée nous semble être tout à fait contraire au développement du pays, au contrôle de ses ressources et n'aboutirait qu'à une plus grande dépendance vis-à-vis de l'étranger, ne serait-ce que pour l'approvisionnement en denrées alimentaires riches en protéines.

15. SUITE AU PROGRAMME ACTUEL

Au Mali, les plus hauts responsables de l'Etat montrent un grand intérêt pour les cotonniers sans gossypol permettant d'envisager une augmentation de la production d'un produit riche en protéines, directement utilisable dans l'alimentation humaine.

Parmi les recommandations de la dernière session du Comité National de la Recherche Agronomique (Ministère de la Production de la République du Mali) qui s'est tenue à Bamako du 24 au 27 avril 1973, figure la suivante :

"Douzième recommandation relative à la suite à donner aux expérimentations de cotonniers sans gossypol. Le Comité

- constatant le déficit alimentaire général des pays tropicaux,
- constatant les possibilités dans l'alimentation humaine et la richesse particulière en protéines de la graine de coton,
- constatant l'actuel développement de la production cotonnière au Mali,
- considérant les résultats des travaux de la Recherche dans l'obtention de variétés sans glandes à gossypol et compte tenu des résultats satisfaisants de la première année de multiplication de ces variétés en culture,

recommande :

- 1°) que soit développée l'étude nutritionnelle du présent programme en liaison avec les Services spécialisés de la Santé,
- 2°) que soit poursuivie l'expérimentation qui devra déboucher sur un programme d'application".

Ainsi, nous pensons que dès cette campagne 1973-74 des essais régionaux sont à prévoir avec les variétés de glandless, tout en continuant la sélection en station.

Pour cette deuxième campagne de coton sans gossypol, un stockage des graines à l'abri des intempéries est à prévoir. De même, le transport des graines et leur traitement en usine, en début de campagne, demanderaient à être surveillés de près pour éviter des contre-temps, des rendements aussi médiocres et une qualité des produits finaux aussi inégale que ceux obtenus cette année.

Des instructions très claires sont à donner pour que du tourteau soit conservé, afin que des essais de consommation et de commercialisation puissent aussi être faits avec ce produit.

Nous pensons, qu'en plus des graines envoyées à la SODEC, d'autres devraient être traitées sur place à KOULIKORO, où il serait possible d'obtenir des amandes décortiquées et du tourteau, deux produits sur lesquels des essais sont à faire.

Dans les deux usines, une attention particulière sera portée à la température d'extraction afin d'éviter au maximum la dégradation d'acides aminés par une chaleur trop élevée.

En vue d'une vulgarisation éventuelle de ce coton glandless, un programme doit être mis au point, dès à présent, en collaboration avec les organismes et services intéressés (I.R.C.T., C.F.D.T., services spécialisés des Ministères de la Production, de la Santé Publique, du Commerce des Sociétés d'Etat, des industries concernées, etc...)

Afin de permettre aux responsables de prendre des décisions motivées, il est à prévoir des dossiers techniques où l'aspect économique et financier sera traité le plus soigneusement et le plus complètement possible.

Parmi les problèmes à aborder : les zones de multiplication puis d'extension de la culture de cotonniers sans glandes sont à définir. Il faut de même décider qui sera chargé de la commercialisation : organismes d'Etat, semi-publics ou sociétés et commerçants privés.

Le fait que les engrais et les insecticides aient été remboursés dans un premier temps serait-il conservé ? Le relèvement du prix d'achat au paysan sera-t-il limité au seul gain consécutif à un meilleur rendement en huile ?

Les problèmes de stockage et de prix de vente au détail sont aussi à examiner. Une information des producteurs et des consommateurs par plusieurs voies, dont la radio, doit être préparée.

Enfin, il faudra tenir compte du devenir des divers projets qui devaient être présentés au Nations-Unies (P.N.U.D.). Et en tout cas, il faut chiffrer le coût de la poursuite des expérimentations nutritionnelles et de la vulgarisation future. Un projet, financièrement modeste mais efficace, semble pouvoir être mis en place et tant les organismes nationaux que bilatéraux ou multilatéraux devraient y apporter leur soutien.

16. COORDINATION AVEC LE TCHAD

Dans l'intérêt du projet d'introduction de cotonniers sans gossypol, une coordination étroite entre les essais au Mali et ceux du Tchad paraît souhaitable. Il est d'ailleurs prévue une mission d'un nutritionniste de l'O.R.S.T.O.M. (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer) dans ce dernier pays.

17. QUELQUES REMARQUES FINALES

Les renseignements obtenus au Mali ont montré que le coton avec gossypol fait partie de l'alimentation traditionnelle, mais y tient une place qui semble diminuer.

Les essais d'introduction de coton sans gossypol dans l'alimentation furent très positifs, tout spécialement sous la forme de farine déshuilée qui peut être utilisée dans la plupart des plats de base. Ceci ne dispense pas de faire des essais avec le tourteau déshuilé qui probablement pourrait, dans bien des cas, être aussi bien accepté que la farine. De même, des essais avec les graines décortiquées ou non sont à faire ou à continuer, tout en tenant compte des difficultés d'utilisation de celles-ci (crainte de leur utilisation comme semences, travail long pour l'obtention artisanale de graines décortiquées ou de farine non déshuilée avec un rendement faible et moins grande facilité d'incorporation dans les mets à cause de la forte teneur en huile).

Les premiers essais de commercialisation, ont, eux aussi, été positifs.

Toutes ces expériences doivent être continuées et complétées.

A côté de cela, l'intérêt déjà marqué à ce projet par les autorités du Mali et les organismes et services travaillant dans ce pays pourrait encore être augmenté par une information plus large et par une étude économique sérieuse. L'intérêt de contrôler au Mali (de la production à la consommation) une denrée très riche en protéines n'échappe pas aux responsables.

Les essais agricoles et technologiques, bien qu'incomplets sont encourageants, même s'ils ne sont pas entièrement décisifs.

Nous rappelons cependant la nécessité pour les organismes chargés de ce projet de prévoir, dès à présent, la suite du programme en envisageant la vulgarisation de cotonniers sans glandes et en recherchant de présenter les alternatives possibles quant aux choix à faire. Ce qui nécessite une étude économique et financière parallèlement à la poursuite des essais nutritionnels, de commercialisation et agronomiques, à Tingolé comme dans d'autres régions du pays. Cette étude économique devrait préciser les possibilités déjà envisagées de prix de vente au détail très bas, comparables à ceux du mil et montrer les différentes possibilités de répartition des revenus supplémentaires obtenus en valorisant des sous-produits du coton.

Ceci nous semble essentiel, car bien des programmes de vulgarisation de produits riches en protéines ont échoué ou ont été détournés de leur premier but qui était d'améliorer la ration alimentaire des populations qui en ont le plus besoin. En effet, des considérations d'un tout autre ordre, telles que garantir des bénéfices importants aux sociétés ou organismes chargés de la production, de la distribution ou de la commercialisation de ces produits avaient pris le pas sur ce premier objectif. C'est dans cette optique, qu'il nous a semblé que la commercialisation des produits les plus élaborés industriellement (pain, biscuits, pâtes, etc...) utilisant surtout des denrées importées et trop chères pour le pouvoir d'achat de la majorité de la population, ne pourrait être retenue qu'avec beaucoup de réserves. Auparavant doit se faire, à des prix abordables, la satisfaction des besoins en protéines des consommateurs les plus nombreux.

18. BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

. ALTSCHUL Aaron M. et alt.

Proceedings of a Conference on Cottonseed protein for animal and man.
New Orleans - 14 au 16 nov. 1960. Agricultural Research Service -
U.S. Department of Agriculture. avril 1962, 76 p.

Proposition pour un protocole d'expérimentation de la farine de
coton dans le village de Sanankoroba (MALI). 1967, 2 p.

. BRADER Lukas

La faune des cotonniers sans glandes dans la partie méridionale du
Tchad - 1. Les altises. Coton et fibres tropicales, juin 1967, 22 (2),
171 - 181.

. BUFFET M.

Les farines de coton aux Etats-Unis. I.R.C.T., Paris, oct. 1969, 10p.

. BUFFET M., GOUTHIÈRE J. et ROUX J.B.

Travaux de sélection pour la création de variétés de cotonniers à
graines sans gossypol au Tchad. Coton et fibres tropicales, déc.
1967, 22 (4), 463 - 472.

. BÙI - XUÂN - NIUÂN

- La production et l'utilisation de la farine de coton en alimentation
humaine. Etat actuel des travaux de l'I.R.C.T. et de l'O.R.A.N.A. -
Dakar. I.R.C.T., Paris, avril 1967, 16 p.

- Installation - pilote semi-industrielle pour la production de farine
de coton délipidée. I.R.C.T., mai 1969, fiche technique C. 69 - 1, 5p.

- La graine de coton. Production - Composition - Utilisations.
I.R.C.T., mai 1969, fiche technique C. 69 - 2, 8 p.

- Les utilisations de la farine de coton. Etat actuel - Perspectives d'avenir. I.R.C.T., juillet 1969, fiche technique C. 69 - 3, 5 p.
- L'utilisation de la farine de coton en alimentation humaine. I.R.C.T., Oléagineux, nov. 1971, 11, 713 - 715.
- . CATER Carl M.
Cottonseed protein : its current status and future prospects as a human food. Beltwide Cotton Production Research Conferences 1972 Proc., Nat. Cott. Coun. 10-12 janv. 1972, Memphis, p. 102.
- . C.F.D.T.
Huilerie de KOUTIALA - Etude de factibilité - Tome 1 - Analyses techniques - déc. 1972, JGC/ej - 13214, 62 p.
- . Comité National de la Recherche Agronomique (MALI)
Recommandations. 13ème session, 24 - 27 avril 1973, BAMAKO, 14 p.
- . COSTARD Michel
Rapports de campagne cotonnière 1972-1973 - Opération glandless. Mars 1973, I.R.C.T. - MALI.
- . FOURNIER J. et ROUX J.B.
Etat actuel de la sélection de variétés de cotonniers à graines sans gossypol au Tchad. Coton et fibres tropicales, juin 1967, 27 (2), 251 - 257.
- . GANDY Dalton E.
Breeders Show Increased Interest In Glandless Seed Program. The Cotton Gin and Oil Mill Press, 15 février 1964, p. 13.

- . GRAHAM George G., MORALES Enrique, ACEVEDO Gladys, BAERTL Juan M. et CORDANO Angel.
Dietary Protein Quality in Infants and Children
II. Metabolic Studies with Cottonseed Flour.
The American Journal of Clinical Nutrition, mai 1969, 22 (5),
577 - 587.

- . HARPER G.A.
Development of Glandless Cottonseed.
Proceedings - 24 th American Cotton Congress, 1963, 79 - 96.

- . HARPER Carlon A. et SMITH Keith J.
Status of Cottonseed Protein. Economic Botany, 1968, 22 (1), 63 - 72
+ 39 réf. sur travaux faits surtout aux U.S.A.

- . HELLEGUARCH R., MONJOUR L., GIORGI R., TOURY J., BLATT M., et SATGE P.
Etude d'aliments de supplément riches en protéines. O.R.A.N.A. et
service de pédiatrie de l'hôpital LE DANTEC, Dakar. Annales de la
Nutrition et de l'Alimentation, 1967, 21 (5) 217 - 232.

- . I.R.C.T. - MALI
- Mémento des techniques à suivre pour la culture pluviale du cotonnier
au Mali. Juin 1972, 27 p.
- Activités de l'I.R.C.T. - Campagne 1972-1973 - Coton. 108 p.

- . LAGIÈRE Robert
- Le Cotonnier. Techniques Agricoles et Productions Tropicales,
1966, 9, 306 p.
- La farine de graine de cotonnier et le programme de lutte contre la
faim. Marchés Tropicaux et Méditerranéens, 23 nov. 1968, 2899 - 2900.

- . LAMBCU, SHAW, DECOSSAS et VIX
Cottonseed's Role in a Hungry World. Economic Botany, juil-sept 1966, 20 (3), 256 - 267.

- . LAWHON J.T., CATER C.M. et MATTIL Karl F.
Preparation of a high protein low-cost nut-like food product from glandless cottonseed kernels. Food Technology, juin 1970, 24, 701 - 713.

- . LAWHON J.T. et WAMBLE A.C.
The Processing and Storage Characteristics of Glandless Cottonseed. J. Am. Oil Chem. Soc., 43 (11), 639 - 642.

- . LEE Joshua A.
Some Problems in Altering the Gossypol Content of Cottonseed Through Breeding. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1968, 46 (3), 124 - 125.

- . LODEN H.D.
The present status of the development of gossypol - free cotton varieties. Proc. 12 th. ann Cot. Imp. Conf., janv. 1960.

- . MALI (République du)
Décret n° 169/PG-RM portant organisation de la campagne céréalière 1972-1973 - Koulouba, 28.12.1972.

- . MALI (Ministère de la Santé Publique de la République du), Division de la Nutrition.
Expérimentation de la farine de coton. 1967, - 6 p.

- . MALI (Ministère de la Santé Publique - Ministère de la Production de la République du)
Demande de financement au Fonds Français d'Aide et de Coopération pour la réalisation d'un programme de recherches de 2 ans (1971 et 1972) préparatoire à un projet de lutte contre la malnutrition au Mali. (P.N.U.D. - 1973 à 1978) par l'utilisation dans l'alimentation humaine des protéines de la graine du cotonnier. 6 p. + annexes.

- . MARTIN M.
Rapport sur l'opération glandless. Campagne 1972-1973. Tchad. I.R.C.T.,
47 p.
- . MARTINEZ, BARARDI, GOLDBLATT.
Cottonseed Protein Products. Composition and Functionality. J. Agr.
Food Chem., 1970, 18 (6), 961 - 968.
- . MARTINEZ, Wilda H., BECHTEL Welker G, et LEHMANN Thomas T.
Glandless cottonseed protein products in bread. Cereal Science Today,
mars 1969, article 163.
- . MATTHEWS R.H.
Principles for the use of oilseed flour in cereal products to ensure
consumer acceptance. Presented to the Conference on protein - rich
food products from oilseeds. 1968, New Orleans, Louisiana.
- . MAYORGA, GONZALEZ, ARZU, ROLZ
Procesamiento de semilla de algodón para producir aceite y proteína.
Turrialba, 1971, 21 (1), 62 - 68.
- . Mac MICHAEL Scott C.
Selection for glandless seeded cotton plants.
Crop Science, juillet - août 1969, 9, 518 - 520.
- . MIRAVALLE R.J.
 - Action of the Genes Controlling the Character Glandless Seed in
Cotton. Crop Science, 1962, 2, 447.
 - Evaluation of Production of Glandless Cotton. Presented to Confe-
rence on protein - rich food products from oilseeds. 1968,
New Orleans, Louisiana.
- . MIRAVALLE Robert J. et HYER Angus H.
Identification of the $G1_2$ $g1_2$ $G1_3$ $g1_3$ Genotype in Breeding for
Glandless Cottonseed. Crop Science, 1962, 2, 395 - 397.

- . N'DOYE Thianar et coll.
Publications du "B.A.N.A.S." sur les mets traditionnels et les aliments de sevrage au Sénégal. Bureau d'Alimentation et de Nutrition Appliquée du Sénégal - Dakar.

- . NOACHOVITCH Georges
Graines oléagineuses et problèmes alimentaires.
Annales de l'I.N.A. Paris, 1969, 5 (n° spécial), 514 p.

- . EL - NOCKRASHY Ahmed S., SIMMONS Joseph G. et FRAMPTON Vernon L.
A chemical survey of seeds of the genus *Gossypium*.
Phytochemistry, 1969, 8 (10), 1949 - 1958, Pergamon Press (England).

- . O.C.A.M. (Organisation Commune Africaine, Malgache et Mauricienne)
 - Dossier "Protéines végétales". 41 p.
 - Conclusions et recommandations du Comité ad hoc sur le projet relatif aux protéines végétales. Yaoundé, 23 - 25 nov. 1970, 3 p.
 - Programme de recherche et d'expérimentation sur le coton sans gossypol (projet soumis au F.A.C.).

- . ROUX J.B.
Recherche et expérimentation sur le cotonnier sans gossypol au Tchad et au Mali - Note de synthèse pour la campagne 1972/73. I.R.C.T., Paris, 21.5.1973, 6 p.

- . ROUX J.B. et BÙI - XUÂN - NHUÂN
L'I.R.C.T. devant le problème de la sélection de cotonniers sans glandes et de l'utilisation des férines de coton sans gossypol.
Compte-rendu du 1er Congrès International des Industries Alimentaires et Agricoles, Abidjan, 14-19 déc. 1964, C.I.I.A. - S.E.D.I.A.C. - B.I.P.C.A., 291 - 298.

- . SCRIMSHAW Nevin S., BÉHAR Moisés, WILSON Dorothy, VITERI Fernando, ARROYAVE Guillermo et BRESSANI Ricardo
All - Vegetable Protein Mixtures for Human Feeding.
V. Clinical Trials with ENCAP Mixtures 8 and 9 and with Corn and Beans. American Journal of Clinical Nutrition, mars-avril 1961, 9, 196 - 205.

- . SMITH Keith J.
Nutritional Value of Glandless Cottonseed Protein. The Cotton Gin and Oil Mill Press, 29 juin 1968, 7 - 9 et 19.

- . TACHER G., RIVIERE R et LANDRY C.
Valeur alimentaire pour les poussins et les poulets de chair du tourteau de coton sans gossypol. I.E.M.V.T., Farcha - Fort-Lamy, févr. 1971, 85 p.

- . TOURY J., HELLEGOJARCH R. et GIORGI R.
Supplémentation des régimes à base de manioc. O.R.A.N.A., Dakar, 1967, 3 p.

- . TRAGRÉ Dominique
Médecine et magie africaines (Mali). Présence Africaine, 1965.

- . VIX H.L.E.
High protein flour products from glandless and glanded cottonseed. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture. New Orleans, 1968, 4 p.

- . VIX H.L.E et PALACIOS R.V.
The potentials of cottonseed flour for human nutrition. Oil Mill Gazetteer, avril 1968, 30 - 33.