



Projet CFC/IGG - (FIGG/02)

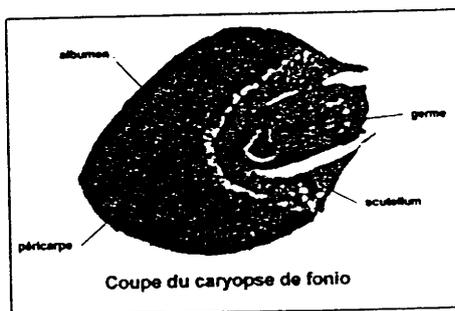
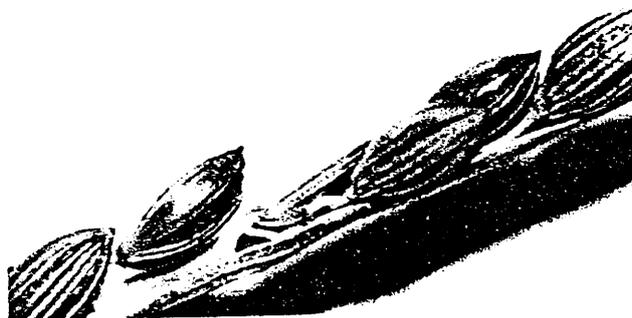
Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio

CIRAD-IER-IRAG-IRSAT



Rapport Annuel

(juin 1999 à juin 2000)



CRUZ Jean-François (CIRAD)
DRAME Djibril (IER)
DIALLO Thierno (IRAG)
SON Gouyahali (IRSAT)

N°2/00- juillet 2000



Projet CFC/IGG - (FIGG/02)
Amélioration des Technologies
Post-récolte du Fonio
CIRAD-IER-IRAG-IRSAT

Annual report
June 1999 – June 2000

English Summary

After signature of the project document on 24 June 1999, implementation of the project began with the organisation of the first coordination meeting, the positioning of funds to the various partners and the installation of the regional project coordinator. Despite the usual delays at the inception of regional projects, all the partners integrated the fonio project into their 1999 workplan and were able to launch the activities planned for year I.

Activity no. 1: Coordination meeting

The first coordination meeting was held in Bamako (27 to 30 July 1999). Working and administrative procedures were specified and the activities schedule and budget for the first year were defined.

Activity no. 2: Inventory of traditional techniques

Studies conducted in the three countries confirmed that almost all operations are done manually (harvesting, cleaning, drying, threshing, storage, hulling, washing and parboiling). For several of them (harvesting, threshing, hulling), producers often agree to hire labour. Mechanisation is limited to hulling. Most of the output is used for self-consumption. Less than twenty per cent of total output is sold.

Activity no. 3: Catalogue of varieties

The IRAG Bareng Station has been chosen as the focal point for this activity.

In Guinea, the collection of fifty-four "ecotypes" installed in 1999 in the IRAG Centre of Bareng was supplemented by 35 new samples (pertaining to 3 groups of maturity) collected by the project in the administrative areas of Boké, Kindia, Faranah, Kankan and Labé.

In Mali, a total of 34 samples was collected in the areas of Sikasso and Ségou. A specimen of each one of these samples was given to IRAG for their botanical characterisation.

In Burkina Faso, the principal activity consisted of the collection of the ecotypes through the various areas of culture (Houet, Comoé, Kéné Dougou, Mouhoun and Yatenga). A total of 86 entries was thus recorded whose geographical source is: Houet (12), Comoé (24), Kéné Dougou (6), Mouhoun (24) and Yatenga (20). Same varieties of fonio are frequent in almost all the zones of production with names that differ according to the ethnic group from the area.

Activity no. 4: Technological quality analysis

The IER Bamako laboratory was chosen as the focal point in view of the available devices for analysis and the experience gained in local cereal processing. In connection with CIRAD's Montpellier laboratory, analysis methods (protocols and equipment) are being adapted for fonio testing with two objectives: assessment of the technological characteristics of the most important varieties and assessment of the work quality of processing equipment.

The analyses taken into account are: water content, the rate of dehulling (whitening), the rate of broken, and the ash content. The measurement of the water contents and the ash contents is also taken by CIRAD of Montpellier that, moreover, determines the lipid level.

IER and CIRAD had the first results obtained on various varieties of fonio. These results are still partial and will have to be continued. The IER in particular, wishes to be able to multiply the analyses to determine the importance of the variations of the technological characteristics according to varieties'.

A dye method is used to stain samples containing various types of grains (paddy, decorticated and whitened) respectively in brown/green, green blue and pink. Once coloured the sample can be analysed by a blob analysis method (using the specific Matrox Inspector software) to evaluate the processing rates (in particular the rates of dehulling and whitening as well as the rate of broken). This method, is still under development.

Activity no. 5: Collection of recipes

A promising range of cooking recipes was catalogued. This activity will be useful not only for the promotion of fonio but also within the project framework, for the design of appropriate equipment.

Mali, do not carried out a specific survey, but to the observation and the description of 6 receipts carried out by a "person resource" at the IER laboratory of Sotuba. The Activity will be continued until in the end of 2000.

In Guinea, the study was undertaken in Labé on the basis of discussion with a score of people (domestic, restorers, and people resources). For the questions related on the make-ready time and the ingredients, observations were made near housewives. The first results made it possible to identify and describe the two principal modes of preparation: i.e. steaming and cooking in water. Steaming remaining mode of preparation more used. Fonio, like the other cereals, is used as a basis staple food supplemented with various sauces (groundnut, okra,...)

In Burkina-Faso, 14 receipts containing fonio were identified, classified in 2 categories (8 main dishes and 6 dishes light). During the survey, many similitudes with the receipts used in other country were raised. The investigations were primarily led in Ouagadougou

Activity no. 6: Survey on techniques

For dehulling, five processing principles and twenty technical applications have been identified. Due to pericarp adherence to the grain, a combination of friction and abrasive principles appears to be the most appropriate. For cleaning, although over ten technical solutions already exist for cleaning other grains, the very small grain size of fonio makes it very difficult to use dry sieving for final cleaning. A combination with the wet process should be investigated. The documentary study carried out by CIRAD shows the importance of the scientific approach in the processes of innovation

Activity no. 7: Testing of existing equipment

In Mali, 6 dehullers (whiteners) (2 Nuhull 1 RIIC, 2 minis-PRL and 1 " Sanoussi ") were tested. The results obtained show that the machines " Mini-PRL Diallo " and " Sanoussi " are most promising.

In Guinea, the tests related to:

- 3 systems of threshing (manual loops thresher, Galama threshing machine, motorised threshing machine). The weak performances of the machines, characterised by the low flows obtained (from 4 to 15 kg/h) and the poor quality of threshing, compromise later developments.
- 1 standard cleaner (Alvan Blanch). The flow obtained is close to 100 to 150 kg/h but the imperfect quality of cleaning, still requires improvements.
- 3 Engelberg dehullers (GALAMA, Lino and COMFAR). Only the 2 first have results interesting for the hulling-whitening of the fonio.

In Burkina, only one machine was tested during the period. It is the threshing machine IRSAT whose results are promising in particular as regards flow. Modifications are still necessary to improve quality of threshing

Additional measurement equipment was bought according to the partners' requirements.

Activities no 8: Survey of sales and distribution channels

A support mission from CIRAD was conducted in the three countries before launching the initial surveys. IRSAT was chosen as the focal point of this activity in view of the laboratory's previous experience of consumption studies.

In Mali, the collectors are supplied near the producers and transport to their expenses the fonio to Bamako that they resell with the wholesalers or the retailers. The wholesalers are economic operators having a great financial capacity that enables them to buy important quantities of fonio which are gradually yielded to the retailers. The retailers are the principal actors of the distribution channel. They are present on all the markets and remain in close relationship to the domestic customers (housewives) and professional (restorers, gargotiers). Fonio conditioned in small plastic bags is also sold in some modern stores but at a higher price.

In Guinea, fonio produced in the "Moyenne Guinée" and the "Haute Guinée" regions, is sold on the markets of the whole country, which proves the vitality of the distribution channels. On the national level, the towns of Labé, Mamou, Faranah, Kissidougou and Kindia are the principal markets where the fonio forwards towards the urban centres of Conakry, Kankan and Guéckédou. On the Regional level, the fonio is exported towards Senegal, Gambia, Sierra-Leone, Mali and Ivory Coast .

In Burkina, talks were carried out with tradesmen on various markets of Ouagadougou. The follow-up of the prices of the fonio was carried out monthly since December 1999 on different markets in Ouagadougou. The SIM provided the data for the other cereals (millet, sorghum, corn, local and imported rice). In Burkina, the fonio is not the subject of an important trade; the transactions on this product are either an additional activity of the cereal tradesmen, or of the specific operations carried out by occasional tradesmen.

Activities no 9 Consumer surveys

In Mali, the survey of evaluation of the level of consumption was carried out near 500 family units. In Bamako, the fonio is especially consumed during the religious festivals, the ceremonies (baptism, marriage, and death) and the Ramadan, as during the period that follows harvests. The high price of the product remains the principal factor limiting consumption.

The first statistical survey related to 500 family units of Conakry. The investigation made it possible to distinguish 3 categories of consumers: usual consumers (40% of the survey), occasional consumers (17%) consuming fonio only during the month of Ramadan or in period of abundance and finally the circumstantial consumers. The two principal limiting factors remain the price (70% of the answers) and the difficulties of processing and cooking.

In Burkina, the survey of evaluation of the level of consumption was carried out near 500 families of Ouagadougou. The investigation showed that within the surveyed sample, 70% of the Ouagalais households never consume fonio. Among the consuming households, the majority has a frequency of consumption lower than once per month. The principal reason advanced by the consumers as for their low level of consumption of fonio is the high price of this product.

Activity no. 10: Staff technical training

A five-day training workshop on methods for design and testing of equipment was organised by IRSAT in Ouagadougou (8 to 12/11/99) with the support of the CIRAD. It allowed all the partners to participate and to harmonise their views on protocols and procedures. (Report available)

The training in mechanical engineering of Mr. Loua (DNA-Guinea) was carried out in Burkina with the support of the IRSAT/DMA. (Report available).

A training of Mrs. Berthé (IER) on technological analysis methods with CIRAD in Montpellier (27/4 to 23/6) was obtained on external financing.

Activity no. 11: Annual Coordination Meeting in Labé (Guinea)

The 2nd Annual Meeting of Coordination of the project, organised by the IRAG (Institute of Agronomic research of Guinea), was held in Labé (Guinea) of May 29 to June 2 2000.

During the first part of the meeting, the various teams of Research presented the principal results already obtained thus allowing to review activity led during Year I.

The second part of the meeting was concerned the review of the program of work and the estimated Budget of Year II. The principal points approached were the object of a technical Memorandum

A visit of ground was organised within the CRA IRAG in Bareng and the workshops of the GALAMA with Labé.

Additional activity " fonio & diabetes "

To supplement the study on technologies post-harvest of fonio, a specific research was initiated by CIRAD concerning " fonio and diabetes " problems. This study is led to CIRAD Mali with the support of a student in nutrition of the University of Montpellier. The main points are: Importance of the diabetes mellitus and interest of fonio in the patient's food. Nutritional interest of the fonio.

Publication

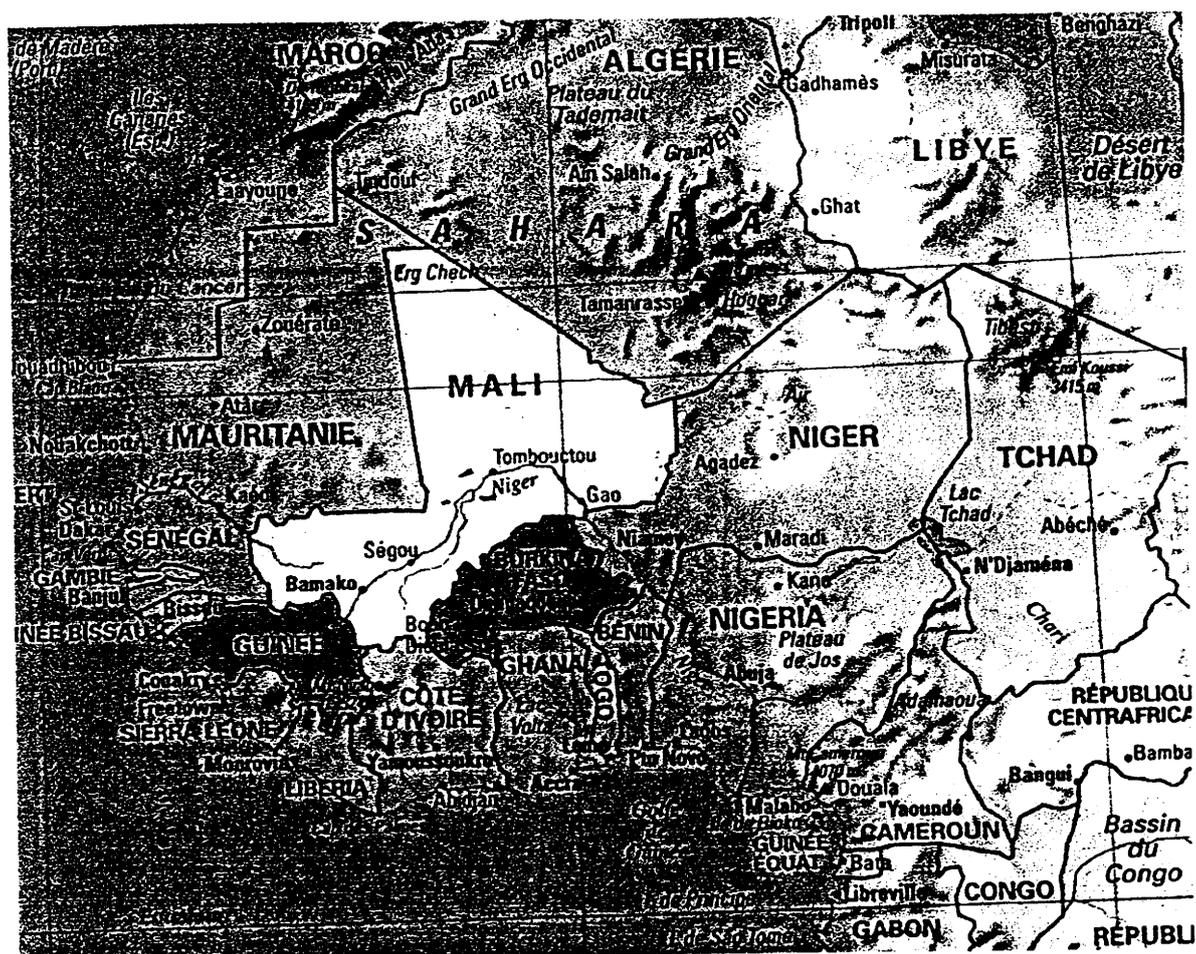
A poster entitled " Improvement of technologies post-harvest of the fonio " carried out and was presented by the Regional Coordinator in the International Seminar " Les petites industries agroalimentaires pour une alimentation saine en Afrique de l'Ouest " organised by the University of Ouagadougou, the University of Wageningen and the IRD in Ouagadougou (BURKINA) from the 20 to November 24, 1999.

Conclusion

During the annual meeting of Labé, the partners recalled the great importance of project CFC/IGG - (FIGG/02) "Improvement of Technologies Post-harvest of the FONIO". In particular for Guinea where the fonio represents the second cereal culture after rice but also for Mali and Burkina where it takes part precisely in the diversification of the food resources and the incomes of the producers.

Although the project knew a light shift in the starting of certain activities compared to the calendar initially envisaged, the work could be carried out thanks to the motivation and to the dynamism of the various Research teams.

✂



Projet CFC/IGG - (FIGG/02)

**Amélioration des Technologies Post-récolte du FONIO
CIRAD-IER-IRAG-IRSAT**

**Rapport annuel
(juin 1999 à juin 2000)**

CRUZ Jean-François (CIRAD): Coordonnateur régional du projet
DRAME Djibril (IER) : Coordonnateur national du projet au Mali
DIALLO Thierno (IRAG): Coordonnateur national du projet en Guinée
SON Gouyahali (IRSAT) : Coordonnateur national du projet au Burkina

Juillet 2000

SOMMAIRE

	pages
I- INTRODUCTION	2
II) DEROULEMENT DES ACTIVITES	2
2.1. Réunion de coordination n°1 au MALI	2
2.2. Inventaire des pratiques existantes (Act. n°2)	2
2.2.1. Pratiques existantes au Mali	2
2.2.2. Pratiques existantes en Guinée	6
2.2.3. Pratiques existantes au Burkina Faso	9
2.3. Catalogage des variétés (Act. n°3)	11
2.3.1. Réalisation d'une collection de base en Guinée	11
2.3.2. Nouvelle collecte de variétés de fonio	11
2.4. Etude des caractéristiques technologiques (Act. n°4)	13
2.4.1. Teneur en eau	13
2.4.2. Rendement de décortilage potentiel	13
2.4.3. Taux de cendres et taux de lipides pour caractériser l'usage.	13
2.4.4. Taux de brisures	14
2.4.5. Analyse d'images	14
2.5. Recettes culinaires et utilisations traditionnelles du fonio (Act. n°5)	15
2.5.1. Au Mali	15
2.5.2. En Guinée	15
2.5.3. Au Burkina	17
2.6. Principes susceptibles d'être appliqués au post-récolte du fonio (Act. n°6)	18
2.7. Essais-évaluation des équipements actuels (Act. n°7)	19
2.7.1. Essais de matériels de décortilage/blanchiment au Mali	19
2.7.1.1. Présentation	19
2.7.1.2. Résultats des essais	20
2.7.1.3. Analyse et perspectives	20
2.7.2. Essais de matériels en Guinée	21
2.7.2.1. Essais de battage	21
2.7.2.2. Essais de vannage	22
2.7.2.3. Essais de décortilage/blanchiment	23
2.7.3. Essais de matériels au Burkina	24
2.7.3.1. Essais de battage	24
2.7.3.2. Essais de séchage	25
2.7.3.3. Essais de décortilage	26
Conclusions	26

	pages
2.8. Systèmes de distribution et de commercialisation du fonio (Act. 8)	27
2.8.1. Approche méthodologique	27
2.8.2. Distribution et commercialisation du fonio au Mali	27
2.8.3. Distribution et commercialisation du fonio en Guinée	28
2.8.4. Distribution et commercialisation du fonio au Burkina	29
2.9. Etude de la consommation (Act. n°9)	29
2.9.1. Approche méthodologique	29
2.9.2. Etude de la consommation au Mali.	30
2.9.2.1. Place du fonio dans la consommation alimentaire au sein des ménages	30
2.9.2.2. Taille des ménages	30
2.9.2.3. Périodes et fréquences de consommation	30
2.9.2.4. facteurs intervenant dans la consommation de fonio	31
2.9.3. Etude de la consommation en Guinée.	31
2.9.3.1. Catégories de ménages consommateurs	31
2.9.3.2. facteurs intervenant dans la consommation de fonio	31
2.9.4. Etude de la consommation au Burkina	32
2.9.4.1. Fréquences de consommation	32
2.9.4.2. facteurs intervenant dans la consommation de fonio	32
Conclusions	
2.10. Formation complémentaire des partenaires du projet (Act. N°10)	32
2.10.1. Méthode de conception d'équipements et protocoles d'essais	32
2.10.2. Formations individuelles	33
2.11. Réunion de coordination n°2 en Guinée (Act n°11)	33
III) ACTIVITE PARTICULIERE : «Fonio & diabete »	34
3.1. Le diabète sucré	34
3.2. Importance du diabète sucré	34
3.3. Intérêt du fonio dans l'alimentation des diabétiques	35
3.4. Intérêt nutritionnel du fonio	35
IV) EQUIPEMENTS INFORMATIQUES ET MATERIELS DE MESURE	36
V) PUBLICATION	36
CONCLUSIONS	36
ANNEXES	

I- INTRODUCTION

Les premières étapes de démarrage du projet ont été décrites dans le rapport semestriel ¹. Ce rapport annuel relate donc plus particulièrement les différentes actions entreprises et les résultats obtenus au cours de la première année d'activité (de juin 1999 à juin 2000). Il a été rédigé à partir des éléments fournis dans les rapports élaborés par les différents partenaires du projet.

II) DEROULEMENT DES ACTIVITES

2.1. Réunion de coordination n°1 au MALI

La première réunion de coordination qui a eu lieu à l'IER dans les locaux de la Station de Recherche Agronomique de Sotuba (Bamako - MALI) du 27 au 30 juillet 1999 a marqué le véritable démarrage du projet. Outre la rencontre des différentes équipes, cette réunion a permis de fixer le calendrier de réalisation des activités de l'année 1 et de préciser les répartitions budgétaires.

2.2. Inventaire des pratiques existantes (Act. n°2)

L'inventaire des pratiques existantes n'a véritablement débuté qu'à partir de l'automne 1999. Il a été réalisé par des enquêtes menées dans les principales régions productrices de fonio sur la base de questionnaires élaborés par le CIRAD, puis discutés et amendés lors de la 1^{ère} réunion de coordination de Bamako. L'inventaire des pratiques existantes a fait l'objet de rapports spécifiques par pays.

2.2.1. Pratiques existantes au Mali

Au Mali, l'inventaire des pratiques existantes a été réalisé en novembre 99 auprès de producteurs des principales régions productrices de fonio. Il a également concerné quatre unités de transformation de céréales dont deux en zone CMDT (Nampossela et Moribila) et deux à Bamako (UCODAL et M. Diallo de Magnambougou). Il a aussi été l'objet de recherches bibliographiques

2.2.1.1. Rappel concernant la production de fonio

Les statistiques FAO précisent que la production de fonio atteignait, en 1998, près de 15 000 T pour une surface récoltée d'environ 23 500 ha (soit un rendement moyen légèrement supérieur à 600 kg/ha). Les principales zones de production au Mali sont les régions de Sikasso (3^{ème} Région), Ségou (4^{ème} Région) et Mopti (5^{ème} Région). Le fonio est également produit mais en plus faible quantité dans la région de Kayes et la zone de Kita. Enfin, on trouve dans les contrées les plus septentrionales en zone sahélienne (Tombouctou, Gao,...) un fonio dit «sauvage» (*Panicum laetum*) qui n'est pas cultivé mais fait l'objet de cueillettes.

En 3^{ème} Région, les deux principaux secteurs de production de fonio de la zone de Bougouni sont Garalo et Kolondièba ; dans la zone de San (4^{ème} Région) ce sont les secteurs de Tominian, Fangasso et Yangasso. Ces observations sont en concordance avec les relevés de la CMDT (Compagnie Malienne des Textiles) qui distingue les zones de San et Bougouni comme les plus productrices de fonio de toutes ses zones d'intervention. Enfin dans la 5^{ème} Région, le fonio est surtout produit dans le Seno (province au sud-est de Mopti, le long de la frontière avec le Burkina Faso) et notamment dans les localités de Diallassagou, Sokoura, Ngonkoro, Torolli, Diankabou.

Le fonio apparaît souvent comme une culture secondaire derrière les principales spéculations qui, outre le coton, restent les mils et sorghos et le maïs. Au niveau des exploitations familiales², les superficies cultivées en fonio varient 0,5 ha à 3 ha pour des superficies totales disponibles de 5 ha à 13 ha.

¹ CRUZ Jean-François, DRAME Djibril, DIALLO Thierno A. et SON Gouyahali. 2000. Rapport Semestriel. N° 1/00. CFC. IER. IRAG. IRSAT. CIRAD. 18p + annexes

² En moyenne l'exploitation familiale compte une vingtaine de personnes dont 9 actifs



Fig. n° 1 : Carte des principales zones de production de fonio au Mali

Les principaux types de rotation sont :

Coton - Mais - Sorgho/Mil - Arachide - Fonio dans la zone de Bougouni ;
Mil/Sorgho - Arachide - Fonio dans la zone de San,
Mil/Sorgho - Fonio dans la zone du Seno.

L'estimation des rendements en fonio reste souvent difficile à établir ; cependant on annonce des valeurs de près de 600kg/ha dans la zone humide plus au sud et près de 400kg/ha dans les zones plus sèches au nord. Les producteurs des différentes zones n'utilisent aucun intrant (engrais ou fumure organique) ou produits phytosanitaires sur le fonio.

Dans la zone méridionale de Bougouni, le semis a lieu en mai alors qu'il est plus tardif (en juin) dans la zone plus au nord du Seno. Pour l'essentiel, la récolte se fait en août/septembre dans les zones de Bougouni et de San et en septembre/octobre dans la zone du Seno.

Sauf dans certaines zones comme Bougouni, les producteurs reconnaissent une baisse de la production au cours des dernières années. Les raisons sont multiples: diminution des superficies au profit du coton, pénibilité des tâches, besoin en main d'œuvre, exode des jeunes, etc. Cependant de nombreux producteurs semblent prêts à augmenter leur superficie en fonio s'ils disposent de moyens mécanisés pour les opérations post-récolte

2.2.1.2. Les opérations post-récolte

Pratiques traditionnelles

La récolte manuelle est effectuée par les hommes à l'aide de faucilles. Le fonio fauché est mis en tas par les femmes et les enfants. Certains transportent le tout à la maison pour le battage et d'autres battent le fonio au champ. La récolte nécessite environ 10 hommes jour par hectare. La contrainte majeure évoquée par les paysans est le fauchage.

Le séchage est réalisé sur l'aire de battage durant une période pouvant varier de une semaine à un mois selon les besoins des producteurs.

Le battage est réalisé par les hommes par piétinement ou à l'aide de bâtons. Cette opération est réputée fatigante et les paysans sont prêts à payer de 5 à 10 fcfa/kg pour le battage.

Le nettoyage est effectué par les femmes au moyen de tamis et de vans.

Le stockage du fonio est réalisé en sacs ou en greniers traditionnels en banco. Le fonio étant l'objet de peu d'attaque des déprédateurs, la durée de stockage peut dépasser 3 ans. Cependant certains paysans disent souhaiter pouvoir disposer de bidons étanches pour la conservation des grains décortiqués.

Le décortiquage est réalisé traditionnellement par les femmes au moyen de mortiers et de pilons. Pour obtenir un fonio décortiqué destiné à la vente, les femmes effectuent 3 à 4 pilages successifs. Chaque pilage est suivi d'un vannage. Le décortiquage est considéré comme très pénible par les femmes qui sont disposées à payer 15 Fcfa/kg pour faire réaliser cette opération par d'autres. On effectue encore un pilage, à l'issue du décortiquage, pour obtenir le fonio blanchi destiné à l'autoconsommation.

Le lavage du grain est ensuite réalisé par transvasement d'une calebasse remplie d'eau dans une autre. Le grain est entraîné avec l'eau alors que les impuretés lourdes et notamment les sables restent au fond de la calebasse.

Le produit est ensuite essoré avant d'être cuit à la vapeur dans un couscoucier.

Le fonio, le plus souvent destiné à l'autoconsommation, reste encore aujourd'hui une céréale de soudure³. Une partie de la production est cependant vendue pour faire face à des besoins monétaires. Une analyse rapide des données de l'enquête montre que 70 % de la production est consommée localement et que la part commercialisée serait de 20%. Les semences représentant les 10% restant.

Bien que la productivité ait augmenté dans certaines zones comme Bougouni, les producteurs reconnaissent une baisse de la production au cours des dernières années. Cette régression est liée à la diminution des surfaces emblavées au profit du coton en raison notamment des contraintes importantes (pénibilité des tâches, besoins en main d'œuvre ...) engendrées par la culture du fonio. Cependant de nombreux producteurs semblent prêts à augmenter leur superficie en fonio s'ils disposent de moyens mécanisés pour les opérations post-récolte.

Décortiquage mécanique⁴

Les premières tentatives de décortiquage mécanique du fonio datent des années 1990 avec des décortiqueurs par abrasion de grande capacité (type Nuhull et RIIC). Les tests de décortiquage, réalisés avec ces machines par la CMDT (Compagnie Malienne des Textiles) dans la région de Koutiala (Nampossela et Moribila) avaient donné des rendements d'usage de 52 à 53 %.

³ Il est aussi considéré comme un aliment thérapeutique (alicament) pour les diabétiques

⁴ la description des différentes machines est donnée au paragraphe 2.7

Seuls 2 ateliers de transformation spécifiquement adaptés au fonio fonctionnent aujourd'hui au Mali. Situés à Bamako, il s'agit de UCODAL (Unité de Conditionnement des Denrées Alimentaires) dirigé par Mme Mariko et de l'atelier familial de M. Diallo à Magnambougou.

Depuis 1989, la transformation du fonio représente 80% du volume d'activités de la Société UCODAL qui transforme journellement, et durant toute l'année, de 100 à 180 kg de fonio « pré décortiqué » essentiellement en fonio précuit et séché. Les opérations de transformation réalisées dans l'atelier concernent le tamisage (manuel), le blanchiment réalisé mécaniquement par un décortiqueur de type « Sanoussi Diakité », le lavage/désablage (manuel), l'étuvage au couscoussier, le séchage (au soleil ou au séchoir à gaz) avant ensachage sous sachets plastiques. Les produits demandés par sa clientèle (commerçants " d'alimentation ", consommateurs, restaurateurs) qui exige un produit bien blanchi et exempt de sable, sont le fonio précuit et le fonio blanchi/lavé. Ces produits sont généralement livrés en sachets plastiques contenant 1 kg de produit à raison de 800 FCFA l'unité. Bamako demeure le marché principal de vente; toutefois des exportations sont faites sur commande vers la France et les USA.

Le décortiqueur « Sanoussi Diakité » semble donner entière satisfaction à la transformatrice qui la trouve peu exigeante au niveau des charges techniques telles que les pièces de rechange (besoin maximal de 50000 FCFA/an), ou la consommation d'électricité (en moyenne 25 000 FCFA par mois pour son moteur de 1.5 kW). Cependant sa faible capacité (pas plus de 250 kg de pré décortiqué durant la journée de travail) constitue un handicap que l'entreprise se propose éventuellement de combler par l'acquisition d'une deuxième machine.

L'atelier familial de M Diallo dispose, depuis environ deux ans, d'une machine de type mini-PRL fabriquée par un artisan de Bamako (M. Baba Coulibaly- Neguè). Elle est utilisée pour le blanchiment du fonio pré décortiqué en fonctionnement continu . Le débit instantané annoncé par l'utilisateur est de l'ordre de 200 kg/heure de fonio pré décortiqué. La haute saison d'activité de cette machine, gérée par le fils du propriétaire et utilisant la main d'œuvre familiale , se situe à la veille des fêtes de tabaski. En cette période, l'atelier transformerait, en prestation de service, jusqu'à 4 tonnes de fonio « pré décortiqué » par jour pour des femmes vendeuses de fonio blanchi et/ou précuit au tarif est de 25 FCFA/kg.



Fig. n°2 Le décortiqueur « Sanoussi » chez UCODAL Fig. n°3 : Le décortiqueur mini-PRL chez M. DIALLO

2.2.2. Pratiques existantes en Guinée

2.2.2.1. Rappel concernant la production de fonio

La Guinée est le premier pays producteur de fonio. Pour une surface récoltée de 138 000 ha, sa production atteint près de 117 500 T soit plus de 50% de la production totale de l'Afrique de l'Ouest. Le fonio reste la seconde céréale produite en Guinée après le riz.

Le fonio est cultivé dans les 4 régions naturelles de la Guinée mais avec une forte prédominance en Moyenne Guinée (notamment dans le Fouta Djallon) et en Haute Guinée. La production est en progression constante depuis 1992.

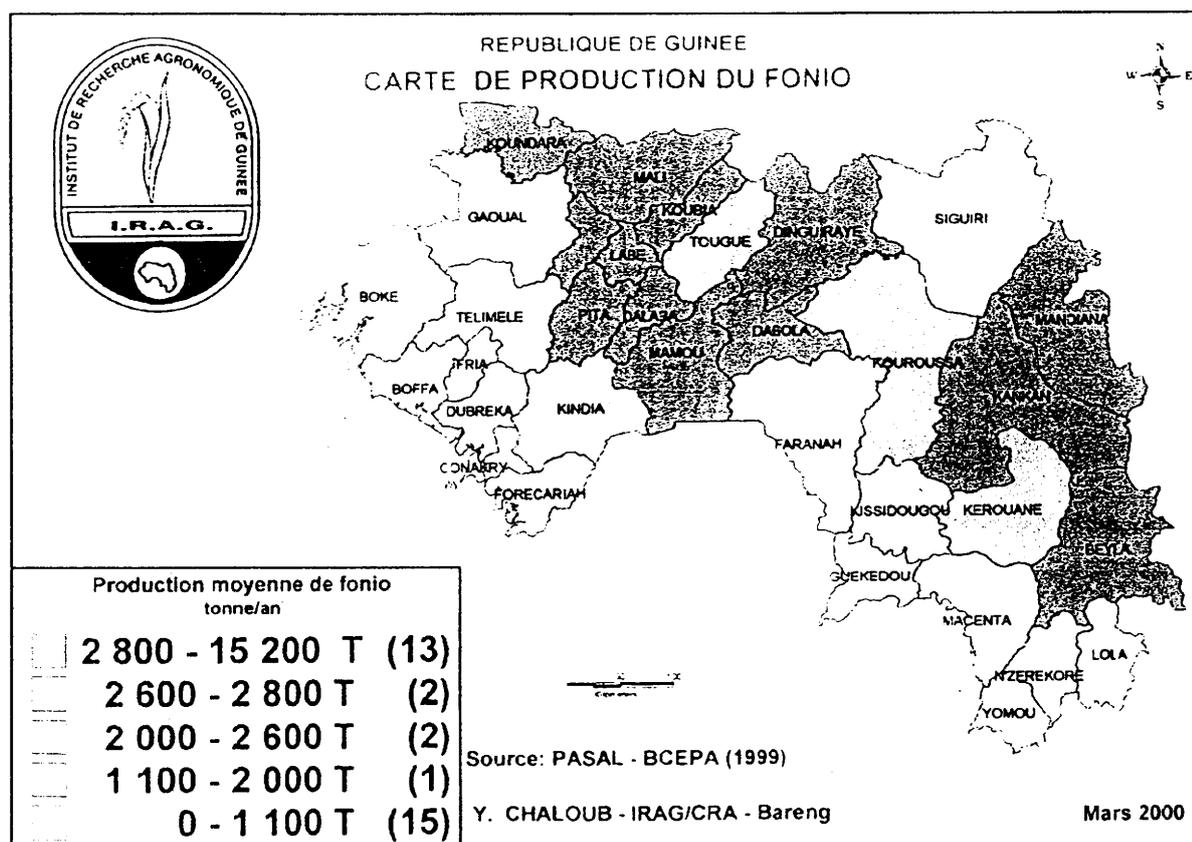


Fig. n° 4 : Carte des principales zones de production de fonio en Guinée (d'après IRAG)

L'inventaire des technologies post-récolte a été réalisé dans les Régions Administratives de Boké, Kindia, Faranah, Kankan et Labé en novembre/décembre 1999⁵.

En Guinée, les principales cultures pratiquées sont le riz, le fonio, le manioc, l'arachide et le maïs. Les superficies consacrées sont variables selon le système de culture pratiqué : tapade⁶ ou en champ extérieur. En tapade, le fonio est marginalisé et occupe les bordures de la concession avec une moyenne de 0,25 à 0,50 ha par exploitant. En champ extérieur ces superficies varient en fonction des zones de culture et de l'année de rotation : 1,8 ha sur sol de plaine, 1,02 ha en coteaux et 1,12 ha en montagne (⁷)

⁵ Enquêtes dans les Préfectures de Boké, Conakry, Kindia, Faranah, Kissidougou, Kankan, Mandiana, Kouroussa, Dabola, Labé et Pita

⁶ La tapade est la concession constituée du foyer et de quelques cultures environnantes séparés de l'extérieur par une clôture (haies)

⁷ Rapport :Analyse diagnostique de la filière fonio en Guinée PASAL/BCEPA

Le fonio est en monoculture en sol de plaine et en rotation sur les coteaux et en montagne où il est cultivé respectivement en 2ème et 3ème année.

Les variétés utilisées sont très diverses : hâtives et semi-tardives en régions Soussou et Malinké ; semi-tardives et tardives en région Peule selon la destination de la production.

Les variétés hâtives sont souvent destinées à l'autoconsommation pour la période de soudure alors que les variétés tardives sont davantage destinées à la consommation annuelle et à la vente du fait de leur production relativement plus élevée. Les premières analyses tendent à montrer que la part destinée à la semence et à la vente ne dépasse pas 25% de la récolte.

Les opérations culturales varient selon les zones de culture. En coteaux et en montagne on pratique la première année : défrichage, brûlis, semis / recouvrement alors qu'en sol de plaine se succèdent : labour hersage, semis/recouvrement avec parfois utilisation de la culture attelée

- Les défrichements sont effectués en février/mars en montagne et en mai/juin sur les coteaux.
- Les labours débutent en mai et juin et les semis s'échelonnent de juin à mi-août avec une prédominance en juillet.
- Deux ou trois désherbages sont réalisés de juillet à septembre.
- Les récoltes sont réalisées de septembre à novembre avec un maximum en octobre.

Les intrants sont très rarement utilisés sauf quelquefois sur les sols de plaine en Moyenne Guinée.

2.2.2.2. Les opérations post-récolte

Pratiques traditionnelles

Battage/nettoyage

Après la récolte, les bottes de fonio sont disposées en meules autour des aires de battage (aires souvent badigeonnées par de la bouse de vache mélangée à de l'argile). Quelques jours à quelques semaines plus tard⁸, le battage du fonio est effectué manuellement à l'aide de bâton ou par foulage au pied. En battage manuel, une personne peut traiter de 90 kg à 190 kg (16 à 36 bottes) de fonio par journée de travail de 7 heures. Le fonio est ensuite nettoyé à l'aide de vans.

Séchage

Le fonio battu est généralement séché directement au soleil sur les aires de battage (en terre ou bétonnées) où il peut être fréquemment pollué par des impuretés diverses (sables, ...). Le battage sur bâche est encore très rare mais il pourrait constituer une solution intéressante pour diminuer les risques de pollution par les sables.

Lors des récoltes en saison des pluies (variétés hâtives), les paysans ont souvent coutume de « griller » le fonio paddy avant décorticage. Cette opération est réalisée dans des grandes marmites ou des tambours tournants.

Décorticage/blanchiment

Le décorticage manuel est essentiellement réalisé par les femmes au pilon et au mortier. On distingue les femmes expérimentées qui en font une activité professionnelle en transformant près de 2 à 3 kg/h au prix de 150 FG par mesure de 1,3 kg (soit environ 50 FCFA/kg) et les ménagères qui décortiquent pour les besoins de consommation familiale (en moyenne : 1 à 1,5 kg par heure)

⁸ Parfois le stockage des gerbes peut durer plusieurs mois en attendant le passage de groupes de jeunes (main d'œuvre itinérante) employés pour le battage

Lavage et élimination des sables

Le lavage et le nettoyage du fonio blanchi sont effectués manuellement à l'aide de calebasses où l'on mélange le fonio à une grande quantité d'eau. Plusieurs lavages sont nécessaires pour éliminer correctement les sables. La qualité du nettoyage dépend essentiellement du savoir-faire des opératrices. Le lavage d'une mesure de fonio (1,3 kg) nécessite de 1 à 2 litres d'eau soit un total de 5 à 10 l d'eau pour 5 lavages successifs.

Egouttage/séchage

Cette opération consiste simplement à éliminer le surplus d'eau après le lavage. Le fonio est essoré dans un torchon en effectuant de grands mouvements de balancier du bras, puis en suspendant le tout pour ressuyage et en étendant le produit au soleil (risque de pollution)

Précuisson

La précuisson du fonio est réalisée à la vapeur dans des couscoussiers chauffés au bois ou au charbon de bois. Des appareils de cuisson ont été réalisés à Labé par les artisans de la GTZ. Parfois cette opération est remplacée par un grillage du fonio blanchi qui précède la cuisson à l'eau chaude pour la préparation de plats plus consistants.

Décorticage mécanique

Le décorticage a fait l'objet de quelques tentatives de mécanisation en Guinée. Dès 1989, des artisans des anciens ateliers AGRIMA en Haute Guinée ont débuté une activité dans ce domaine. En 1994 un programme sur le décorticage mécanique a été développé, à l'instigation de la FAO, en collaboration avec la DNGR (DMA) et le Groupement des Artisans de Labé " GALAMA ". Il a permis la mise au point d'un petit décortiqueur Engelberg (modèle chinois) équipé d'un système de nettoyage (aspiration des sous-produits).

Les ateliers de transformation

Au cours des enquêtes dans les différentes régions, 7 ateliers de transformation du fonio ont pu être identifiés. Ils sont implantés à Boké, Sangarédi, Labé, Faranah (2), Kouroussa et Kankan. Beaucoup d'entre eux sont situés en zone urbaine ou semi-urbaine souvent à proximité d'un marché. Les propriétaires sont pour la plupart des artisans transformateurs parfois commerçants qui travaillent sur d'autres produits que le fonio comme le riz, le maïs ou encore l'arachide. Les ateliers sont habituellement confiés à des gestionnaires lettrés qui dirigent de 1 à 6 employés (meuniers et/ou mécaniciens). Les ateliers fonctionnent en prestation de service à un coût variant de 75 à 200 FG/kg (environ 30 à 85 FCFA/kg) pour une clientèle constituée principalement de commerçants. Seuls 2 ateliers (à Faranah et à Kouroussa) travaillent également en production mais n'arrivent pas à satisfaire la demande notamment en terme de quantité. Il est manifeste que le nombre des ateliers est dérisoire pour satisfaire les besoins des populations.

Tous ces ateliers sont dotés de petits décortiqueurs de type Engelberg spécialement adaptés au fonio. La plupart d'entre eux dispose également de broyeurs à céréales et à pâte d'arachide. Deux sont équipés de moteurs électriques ; ce qui constitue la solution technique idéale en terme de coût de fonctionnement et de maintenance.

Les différents éléments de l'enquête réalisée sur les ateliers de transformation sont consignés dans le rapport spécifique réalisé au CRA Bareng par l'IRAG (S. Sakho, F. Loua, T.A. Diallo et S. Kouyate) et intitulé « Typologie des techniques post-récolte existantes »

Des essais de performance ont été réalisés sur trois des décortiqueurs utilisés dont les résultats sont donnés au paragraphe 2.7.

2.2.3. Pratiques existantes au Burkina Faso

2.2.3.1. Rappel concernant la production de fonio

Le fonio est au 5^{ème} rang des céréales cultivées au Burkina-Faso où il représente moins de 1% de la production céréalière totale largement dominée par les mil et sorghos.

Selon la FAO, la production de fonio en 1998 a tout de même atteint près de 19 000 T⁹ pour une surface récoltée d'environ 30 000 ha (soit un rendement moyen de 600 à 650 kg/h).

Cette production concerne essentiellement la région de Bobo Dioulasso dans le Sud Ouest du pays dans et notamment les Provinces de la Comoé, de Léraba, du Houet, de Kéné Dougou et les régions plus septentrionales de l'Ouest le long de la frontière Malienne (Banwa, Kossi,).



Fig. n° 5 : Carte des principales zones de production de fonio au Burkina Faso

Le fonio est cultivé sur sols légers en rotation avec les mils et sorghos ou encore l'arachide. Une association avec l'oseille de Guinée est pratiquée dans certaines zones de la province de Kossi.

Les superficies cultivées par les unités familiales varient de 0,5 ha à 5 ha et les principales opérations culturales sont le nettoyage de la parcelle réalisé par les hommes et les enfants, puis le labour pratiqué surtout à la « daba »¹⁰, le semis à la volée à partir de la mi-mai et enfin le désherbage à la daba. Un très rare traitement sanitaire de la culture est parfois réalisé vers la fin du mois d'août. La culture du fonio reste très liée aux valeurs traditionnelles et son abandon par certains jeunes producteurs est surtout du à la pénibilité des opérations post-récolte encore essentiellement manuelles.

⁹ production la plus importante jamais enregistrée depuis les années 60

¹⁰ sorte de houe

2.2.3.2. Les opérations post-récolte

Récolte

La récolte manuelle est effectuée par fauchage à la faucille et les gerbes sont disposées en cercles concentriques dans l'attente d'une main d'œuvre disponible pour le battage. Dans les régions plus méridionales du Leraba, du Kenedougou et de la Comoé, les gerbes sont directement transportées au village pour être stockées sur une aire en terre battue.

Battage

Les gerbes transportées sur les aires en terre sont battues au fléau ou par piétinement. Cette opération qui est réalisée par les hommes ou les jeunes, couramment en fin de nuit ou très tôt le matin, revêt souvent un caractère festif¹¹. Le battage par dépiquage au tracteur est parfois signalé dans les provinces du Léraba et de la Comoé. Le coût du dépiquage pour la production d'un hectare serait de 45 000 à 60 000 FCFA alors qu'il est de 25 000 à 30 000 FCFA pour le battage manuel.

Nettoyage

Un pré nettoyage préalable destiné à éliminer les impuretés grossières (pailles, feuilles,...) au moyen d'éventails est généralement effectué par les hommes ou les personnes âgées. Les femmes réalisent ensuite le nettoyage proprement dit par vannage et tamisage. Le nettoyage de la production d'un hectare (environ 600 Kg) nécessite 20 femmes pendant 2 jours.

Séchage

Le produit battu subit un second séchage, d'une demi-journée, sur l'aire de battage même ou au niveau des habitations (terrasses, nattes,...) avant d'être stocké.

Décorticage/blanchiment

Le décorticage/blanchiment est réalisé traditionnellement par des groupes de femmes au moyen de mortiers et de pilons. Il consiste en une succession de 3 à 4 pilages séparés de nettoyages. Le décorticage peut-être l'objet d'un travail à façon dont le coût varie de 250 à 500 FCFA par «tine»¹² soit environ de 15 à 30 FCFA/kg.

Le produit décortiqué destiné à la vente au marché est parfois mélangé à de la cendre pour le stockage. Il est rarement lavé par les producteurs eux-mêmes qui considèrent que ce travail incombe aux transformatrices. Un lavage peut être réalisé selon le souhait du client au prix de 500 FCFA par «tine» (> 30 FCFA/kg). Une partie du fonio est commercialisée vers les grands centres de consommation Burkinabé que sont Bobo Dioulasso et Ouagadougou ou à l'export vers les pays voisins (Mali, Cote d'Ivoire)

Les sous produits issus des opérations post-récolte sont utilisés pour divers usages. Les pailles peuvent servir d'aliment pour le bétail ou être mélangées à la terre pour les constructions en banco. Elles sont parfois utilisées pour la confection de matelas.

Le fonio reste un aliment de soudure qui permet de subvenir aux besoins alimentaires des populations durant les mois d'août et septembre. Mais il peut également constituer une culture de rente qui accroît le prestige du producteur en lui permettant, par sa vente, de disposer de liquidités suffisantes pour s'équiper en matériels agricoles ou pour scolariser ses enfants. Enfin, le fonio est très souvent associé aux diverses manifestations socio-culturelles qui rythment la vie des populations des zones productrices.

¹¹ Dans le nord de la zone (Kossi), le battage, réalisé plus tard dans la matinée ne revêt aucun caractère particulier

¹² la tine est une unité de mesure volumétrique locale qui représente environ 15 kg

2.3. Catalogage des variétés (Act. n°3)

Du fait de ses compétences particulières, l'IRAG en Guinée est l'Institution leader de cette activité.

2.3.1. Réalisation d'une collection de base en Guinée

De juillet à novembre 1999, une collection de 54 entrées de fonio guinéen a été regroupée au centre IRAG de Bareng dans le Foutah Djalou. Elle comprend 48 variétés déjà caractérisées et 6 écotypes introduits de Kouroussa en 1998. Parmi ces variétés on distingue 17 variétés extra précoces (70 j – 90 j), 15 variétés précoces (90 j – 110 j) et 22 variétés semi-tardives (110 j – 120 j). 6 variétés (2 variétés par groupe de maturité) ont été retenues pour les tests des équipements : *konso* et *mamandin*, *siragbè* et *bolefonde*, *m'balia* et *hothia*. Ce sont les variétés les plus utilisées car elles présentent des qualités culinaires et commerciales appréciables dans la région : A cette liste seront ajoutés les variétés retenues lors de la prospection réalisée dans le cadre du projet.

2.3.2. Nouvelle collecte de variétés de fonio

2.3.2.1. en Guinée

Du 20 novembre au 10 décembre 1999, une collecte d'échantillons de fonio a été réalisée dans les régions administratives de Boké, Kindia, Faranah, Kankan, Labé et au niveau de la préfecture de Kissidougou .

D'une manière générale, dans ces régions, le fonio, culture d'autoconsommation pour la période de soudure, est semé très tôt en début de saison des pluies avec des variétés à cycle court (70 à 80 jours). Dans les préfectures de Boké et Koundara le fonio vient en troisième place après le riz, le manioc, et dans la région de Kankan après le riz et le maïs.

Les appellations vernaculaires rappellent souvent la longueur du cycle et la couleur des glumes.

On a ainsi relevé les écotypes suivants :

à kolaboui (préfecture de Boke) : *yélé boni*, *beyli* et *pourim pourin* (très hâtif : 70 – 75 jours)

à Kindia: *fonden gbeely* ou fonio rouge

à Faranah et Mandiana: *fonibagbe* et *fonibaoulen* (fonio rouge)

En pays Malinké, les variétés les plus répandues sont : *dalaman*, *berelin*, *siragbè*, *foniba* et *sirinka*.

En Haute Guinée et notamment dans la sous-préfecture de Banian (Faranah) et à Mandiana, Siguiri, Kankan, on a pu identifier de grandes zones de production de fonio en culture attelée avec quelques variétés tardives (4-5 mois)

Au total, 35 échantillons, appartenant à trois groupes de maturités : 70 à 80 jours, 90 à 120 jours et plus de 120 jours, ont ainsi été collectés. Cette collection à laquelle s'ajoutent les 6 variétés retenues de la collection de base, sera mise en culture et suivie au cours de la campagne hivernale 2000.

2.3.2.2. au Mali

Au Mali, les variétés de fonio cultivées varient selon les zones. Lors des premières enquêtes réalisées, les producteurs distinguent trois « variétés » (fini kan, fini blemani et fini chiman) dans la zone de Bougouni , quatre (fini bleni, fini guè, fini fin et fini ba) dans la zone de San et deux (le fonio blanc et le fonio rouge) dans le Seno. Les différents critères d'appréciation portent principalement sur la productivité, la précocité, la couleur du grain, l'aptitude au battage et au décorticage, mais également sur le goût.

La prospection pour la collecte des échantillons a concerné 23 localités. A l'exception de 2 échantillons achetés au marché de Sikasso, les échantillons ont été prélevés dans les greniers traditionnels des producteurs qui appartiennent aux groupes ethniques suivants : dogon, dafing, bobo, bambara et sénoufo.

Un total de 34 échantillons a été inventorié dont la répartition par région est la suivante :

Région	3 ^{ème} (Sikasso)			4 ^{ème} (Ségou)			5 ^{ème} (Mopti)		Total
Localité	Sikasso	Kolondiéba	Garalo	San	Tominian	Cinzana	Koro	Bankas	
Nb. Ech.	2	6	4	2	4	1	9	6	34

Tableau n° 1 : Nombre des prélèvements d'échantillons réalisés au Mali

Les noms vernaculaires des échantillons sont généralement en rapport avec l'espèce (*pon, pon hon, fon hon, pré, pé azo, kassangara, béré,*), la couleur du grain (*fini gué, finiwoulé, gnivenu, dieni, wele- wele,*) ou la grosseur des grains (*fini ba*)¹³

En l'absence d'observations botaniques au champ, il est probable qu'il y a des recoupements entre les échantillons. Le nombre de variétés pourrait être inférieur au nombre d'échantillons. La totalité des échantillons a été transmise au Centre IRAG de Bareng (Guinée) et leur caractérisation permettra de définir le nombre exact de variétés répertoriées. Une activité a également été initiée à l'IER pour étudier le photopériodisme des écotypes.

L'étude des caractéristiques technologiques des échantillons est en cours de réalisation par le Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'IER à Sotuba.

2.3.2.3. au Burkina Faso

Au Burkina Faso, l'activité principale a consisté en la collecte des écotypes à travers les différentes régions de culture (Houet, Comoé, Kéné Dougou, Mouhoun et Yatenga). Un total de 86 entrées a ainsi été enregistré dont la provenance géographique est la suivante : Houet (12 entrées), Comoé (24 entrées), Kéné Dougou (6 entrées), Mouhoun (24 entrées) et Yatenga (20 entrées).

On rencontre les mêmes variétés de fonio dans presque toutes les zones de production avec des appellations qui diffèrent selon le groupe ethnique de la région.

Parmi les principales variétés, on distingue : le *foniwoule* : résistante à la sécheresse, cette variété à cycle relativement court, signifie « fonio rouge » en langage Dioula¹⁴. Le *fonigwé* : variété dont les grains ont une couleur blanchâtre et dont les pertes à maturité peuvent être importantes. (signifie « fonio blanc » en Dioula). Le *penifla* : variété ancienne à faible rendement qui signifie fonio en langage bobo. Mélange de *foniwoule* et du *fonigwé*. Le *pehotcho* : variété à grain rouge plus hâtive que *foniwoulé*. Le *foniba* qui est une variété tardive résistante à maturité (signifie « grand fonio » en dioula). Le *were-wereni* ou *were-were* variété à cycle court de repousse du *foniba* après la récolte (signifie « au hasard » en dioula.)

Des échantillons des variétés les plus représentatives devraient être envoyés au Centre IRAG de Bareng en vue de leur caractérisation variétale¹⁵.

¹³ D'après l'article de l'agronome français Roland PORTERES paru dans le journal d'agriculture tropicale de oct. 1955, les termes de type « fin, fini, fani, findi, foni,... » signifient fonio ; « *djé, gué, gbé* » signifient : blanc ; « hé, oulé, oulin » : rouge et « ba » grand, haut. Ainsi en Malinké « *finiba-oulé* » signifie Grand fonio rouge et « *foniba-gbé* » « Grand fonio blanc »

¹⁴ Cette variété est appelée Wannawoulé en Marka.

¹⁵ Un contact entre les agronomes-sélectionneurs du Centre IRAG de Bareng et du Centre INERA de Farako-Ba est à privilégier

2.4. Etude des caractéristiques technologiques (Act. n°4)

Le Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'IER au Mali a été retenu comme pôle d'excellence pour la réalisation de cette activité en étroite collaboration avec le Laboratoire de Technologie des Céréales du CIRAD de Montpellier.

Différentes méthodes d'analyses pour caractériser la qualité technologique du fonio ont été sélectionnées et certaines d'entre elles spécialement adaptées du fait de la petitesse des grains. Les analyses réalisées concernent: la teneur en eau, le taux de décortilage-(blanchiment), le taux de brisures, le taux de cendres.

La teneur en eau est mesurée par la méthode de référence pratique exposée dans la norme NF ISO 712 d'avril 1999 « Détermination de la teneur en eau ». Elle est exprimée en % de la matière humide. La détermination des taux de décortilage-(blanchiment), de brisures et de cendres effectuée par l'IER est décrite en annexe 3. La mesure des teneurs en eau et des taux de cendres est également effectuée par le CIRAD de Montpellier qui, en plus, détermine le taux de lipides. Enfin des mesures de rendements potentiels au décortilage ont été réalisées par le CIRAD.

Les premiers résultats sont les suivants :

2.4.1. Teneur en eau

La teneur en eau est mesurée par la méthode de référence pratique à savoir passage à l'étuve à 130°C de l'échantillon pendant 2h.

Les mesures effectuées sur différents échantillons de fonio paddy ou de grains décortiqués ont donné des humidités souvent comprises entre 8% et 10 %.

2.4.2. Rendement de décortilage potentiel

Des premiers essais de décortilage ont été réalisés au Laboratoire de technologies des céréales à Montpellier sur 3 échantillons de fonio paddy du Mali et 1 échantillon de fonio de Guinée. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

Fonio	Tout venant (Mali)	Tout venant (Mali)	Kimparana (Mali)	Tout venant (Guinée)
Poids éch.	200 g	50 g	60g	100g
Taux cargo	78 %	77,2 %	77 %	78,7
Taux balles	22 %	22,8 %	23 %	21,3

Tableau n° 2 : Rendement de décortilage potentiel du fonio

Ces résultats sont voisins de ceux obtenus en 1999 par J .F. CRUZ qui donnait un taux de balles de 23% pour un taux de cargo de 77% (68% blanchi + 9% son).

2.4.3. Taux de cendres et taux de lipides pour caractériser l'usinage.

La mesure des taux de lipides et de cendres est une méthode qui permet de caractériser la qualité de la transformation. La mesure du taux de cendre permet d'apprécier l'élimination du péricarpe alors que le taux de lipide permet de vérifier le niveau de dégermage.

Afin d'élaborer un référentiel, des analyses ont été faites sur des échantillons de fonio cargo et blanchis.

Sur cargo on obtient un taux de cendres voisin de 1% ¹⁶et un taux de lipides variant de 3,5 à 4,2%.

¹⁶ Cette valeur est plus faible que celles généralement publiées. Il semble que les valeurs plus fortes données par d'autres auteurs pourraient être dues aux impuretés contenues dans des échantillons non préalablement lavés

Les mesures faites sur des échantillons de grains correctement blanchis permettent de définir les seuils suivants : Taux de matières minérales : < 0,45 % - 0,5% et taux de lipides < 0,6 %-0,7%. Ces valeurs pourraient encore être affinées

2.4.4. Taux de brisures

La méthode mise au point consiste à déterminer le taux de brisures sur fonio blanchi par tamisage d'un échantillon de 50g à l'aide de 2 tamis standards d'ouvertures de maille respectives de 600 µm (tamis en dessus) et 425 µm (tamis en dessous). Le passant du tamis 600 µm est considéré comme de la « grosse brisure » tandis que le passant du tamis 425 µm représente la brisure fine.

2.4.5. Analyse d'images

Le CIRAD, en collaboration avec l'IER, a défini un procédé de coloration des échantillons ayant pour objectif l'application de la méthode d'analyse d'images pour évaluer la qualité de la transformation et notamment les taux de décortiquage et de blanchiment ainsi que le taux de brisures. Cette méthode, encore en cours d'élaboration, consiste à plonger un échantillon de grains dans une solution de méthanol colorée à base de bleu de méthylène et d'éosine. Cette méthode permet de colorer le paddy en brun-vert, le fonio décortiqué en bleu-vert et le fonio blanchi en rose. L'échantillon ainsi coloré peut alors être passé au scanner et analysé par un logiciel spécifique¹⁷. L'analyse d'image permet alors de calculer le taux de grains non-décortiqués et/ou non-blanchis dans un échantillon donné. En utilisant le critère de taille des grains, il doit également permettre de déterminer le taux de brisures.

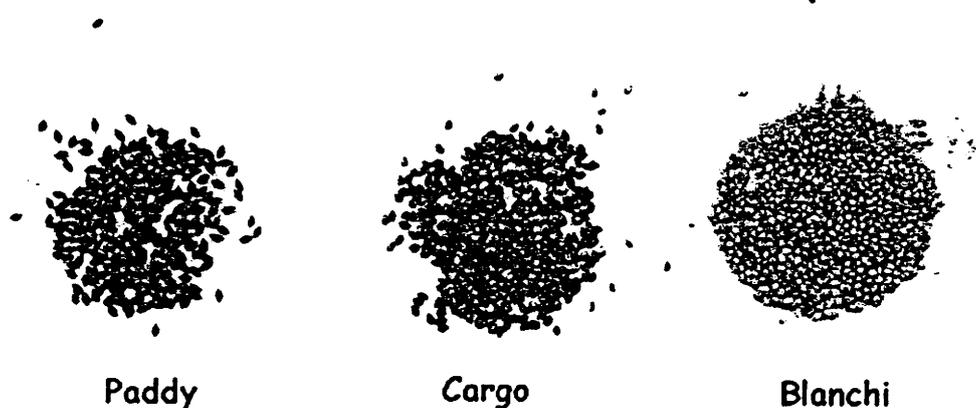


Fig. n° 6 : Coloration du fonio pour l'analyse d'image

Conclusions

De nombreuses analyses ont déjà été réalisées qui portent notamment sur des échantillons de fonio prélevés au Mali au cours de l'étude des pratiques traditionnelles (activité 2) ou lors la réalisation des essais de décortiqueurs (activité n°7).

Ces résultats encore partiels seront poursuivis notamment en association avec les nouvelles activités de conception-amélioration des équipements (activités 13 et 14) réalisées tant en Guinée qu'au Burkina ou au Mali.

Une fois que les principales variétés de fonio des 3 pays bénéficiaires seront précisément identifiées (activité n°3), l'IER et le CIRAD pourront également en déterminer les caractéristiques technologiques intrinsèques et vérifier ainsi leur aptitude à la transformation.

¹⁷ Le logiciel utilisé est le logiciel Matrox Inspector de la Société Matrox Imaging

2.5. Recettes culinaires et utilisations traditionnelles du fonio (Act. n°5)

Il était prévu que l'étude utilise les nombreux acquis déjà disponibles sur la connaissance des recettes et les complète par des entretiens auprès de personnes-ressources ; Entretiens conduits avec l'appui d'un guide d'enquête préparé par le CIRAD. Les modalités de réalisation de l'étude ont été précisées lors de la mission d'appui CIRAD/SEA réalisée en novembre-décembre 1999.

2.5.1. Au Mali

Au Mali, il n'a pas été procédé à une enquête spécifique mais à l'observation et à la description de 6 recettes réalisées par une personne ressource détentrice d'un savoir-faire reconnu pour la préparation de plats à base de fonio¹⁸. Cette personne a été invitée à préparer différents plats à base de fonio de manière à noter toutes les informations utiles concernant la préparation de diverses recettes culinaires¹⁹. Cette activité sera poursuivie jusqu'à fin 2000.

N°	Nom	Conso	Origine	Mode de divulgation	Quantité fonio requise/pers	Coût du plat / personne	Temps de cuisson	Points critiques	Moment de conso
1	Foyo	Couscous/ Plat principal	Partout au Mali	Ancestral	2kg pour 10 p.	De 415 à 455 fcfa dont 30 fcfa de gaz	1 ^{ère} : 10 mn 2 ^{ème} : 21mn	Pas de difficulté	Saison froide / saison sèche
2	Djouka	Couscous/ Plat principal	1 ^{ère} région (Kayes)	Pop. Immigrée	1kg de fonio + 2kg d'arachide pour 10 p	360 à 380 fcfa dont 60 fcfa de gaz	2h 10min	Plusieurs cuissons (arachide)	Repas de mi-journée
3	Firi	Plat principal	Partout au Mali	Ancestral	1kg pour 6 p.	490 à 520 fcfa dont 60 fcfa de gaz	20m grillage + 1h10mn cuisson douce	Grande quantité d'eau = 7l	Août / mi-journée ou soir
4	Fini Tô	Plat principal	Partout au Mali	Ancestral	1kg pour 6 p.	350 à 400 fcfa	40min	Néant	Août sept repas mi-journée ou soir
5	Déguè	Couscous	Partout au Mali	Restaurant Populaire	1/2kg pour 6 p.	150 à 175 fcfa	1h 30mn	Néant	Mars à mai Souvent après repas de midi pour se désaltérer !
6	Fitini boulama	Plat principal	Koulikoro (Kangaba) Kayes (Kita)	Ancestral	1kg pour 6 p.	500 à 540 fcfa dont 95 fcfa de gaz	1 ^{ère} : 10mn 2 ^{ème} : 9mn 3 ^{ème} : 17mn	Néant	Repas de mi-journée

Tableau n° 3 : Six principales recettes répertoriées au Mali

2.5.2. En Guinée

Le fonio est considéré comme un aliment de base dans le Fouta Djallon. Aujourd'hui, le nombre croissant de vendeuses ambulantes et de restaurants qui proposent des plats à base de fonio montrent l'importance de sa consommation par les citadins.

On distingue deux grandes catégories de recettes : les couscous et les bouillies. Le couscous de fonio est obtenu de deux manières : cuisson à l'eau ou cuisson à la vapeur. La cuisson à la vapeur reste le mode de préparation le plus prisé notamment pour la composition de plats de fête ou de plats réservés aux notables et aux hôtes de marque.. Un diagramme de préparation du couscous à la vapeur est donné en figure n° 7. A l'instar des autres céréales, le fonio sert de base amyliacée que l'on complète de différentes sauces (arachide, gombo,...)²⁰. Dans la plupart des cas, le fonio est toujours accompagné d'un constituant gluant (gombo, feuilles de baobab séchées et pilées) pour faciliter sa déglutition. Les bouillies sont, elles, dissociées en bouillies légères ou bouillies épaisses ; les premières sont réalisées en faisant bouillir du fonio entier ou des boulettes de farine

¹⁸ Mme Soumaré Modia Sangaré mène une activité de production de fonio précuit commercialisé sous la marque « Kémé Yaye DIAKITE »

¹⁹ Ces recettes ont été réalisées au Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'IER à Sotuba

²⁰ L'enquête a identifié 8 accompagnements différents du couscous de fonio.

roulée dans de l'eau ; les secondes s'obtiennent par incorporation de la farine de fonio (35 %) dans une pâte à base de farine de manioc.

La difficulté considérée comme majeure pour les préparations culinaires reste le décortiquage, opération longue et pénible. Pour certains, un décortiquage incomplet conduirait à induit un mauvais goût de la préparation. L'autre difficulté est, semble-t-il, le dosage de l'eau au moment de la cuisson pour le fonio bouilli.

L'étude des recettes culinaires doit être poursuivie en intégrant des éléments sur le coût des différentes recettes qui dépend beaucoup du coût des sauces d'accompagnement. Elle prendra en compte également le recensement de recettes "oubliées", qui concerne des préparations pratiquées autrefois mais aujourd'hui abandonnées (galettes à base de fonio, ...)

Schéma de préparation du couscous

Cuisson à la vapeur

Ce mode de cuisson est généralement utilisé pour des petites quantités (jusqu'à trois mesures : 3 6 kg)

COUSCOUS POUR CINQ PERSONNES

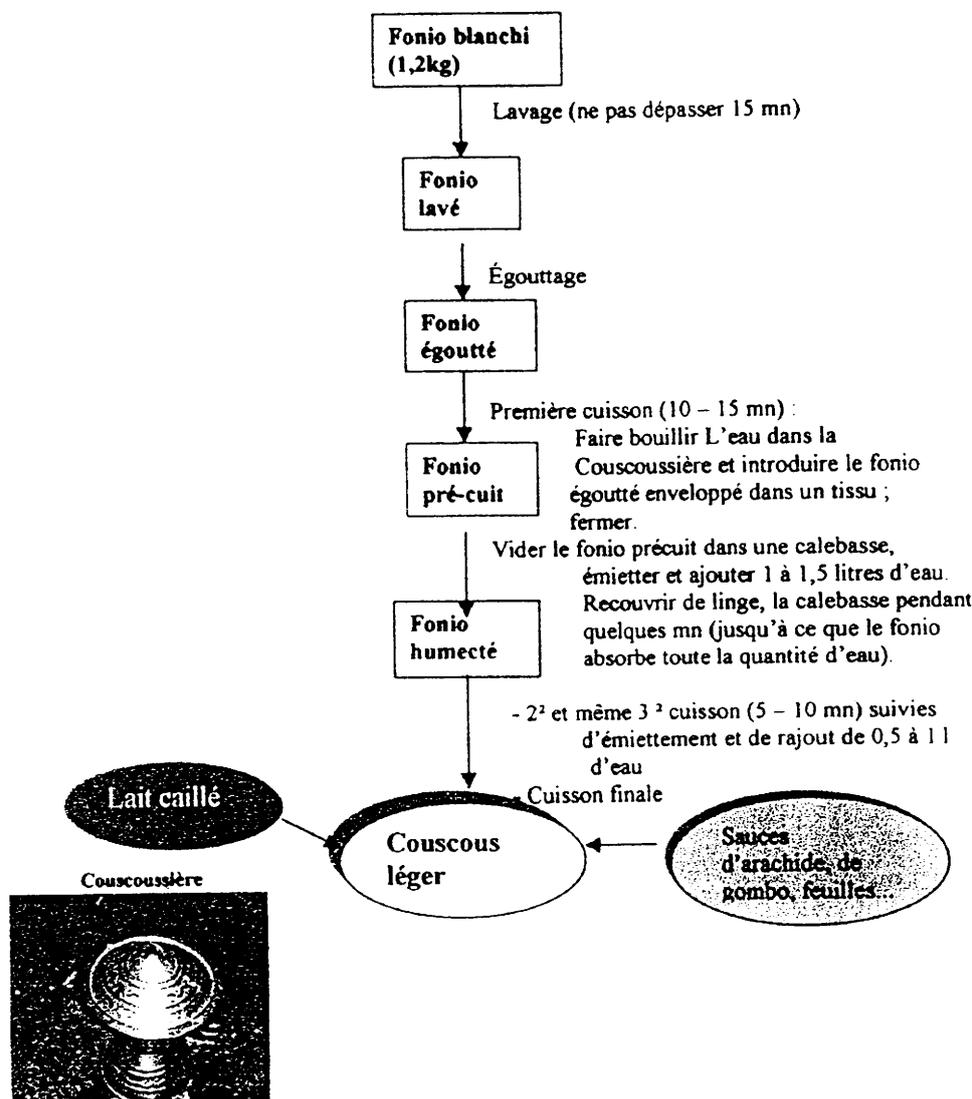


Fig. n° 7 : Diagramme de préparation du couscous (d'après Y. CHALOUB - IRAG)

2.5.3. Au Burkina

Au Burkina Faso, l'activité d'inventaire des pratiques traditionnelles ²¹ dans différentes provinces de l'Ouest du pays avait été mise à profit pour répertorier un certain nombre de mode de préparation du fonio parmi lesquels : Purée de fonio avec pâte d'arachide, bouillie de fonio pur, tô de fonio ; fonio au haricot, « gonré » de fonio (feuilles de nièbé et fonio); tô de riz fonio, couscous de fonio, purée de fonio avec poudre de patate séchée, galettes de fonio.

Le fonio est toujours reconnu comme étant un plat très digeste, dont certaines bouillies sont spécialement préparées pour les personnes diabétiques.

En définitive, des fiches de préparation de 14 recettes à base de fonio dont 8 plats de résistance et 6 plats légers ont été élaborées à partir de diverses sources (enquêtes, projet ALISA, livre de recettes « Rinodo » réalisé par l'IRSAT/DTA pour le Procelos,...). Ces fiches doivent être complétées par des informations sur la complexité (difficultés de préparation) et le coût des recettes

Plats de résistance :

- Tô de fonio au haricot
- Couscous de fonio aux feuilles de nièbé
- Couscous de fonio à la sauce de légumes
- Gnon de fonio
- Djouka
- Fonio au gras
- Akassa de fonio
- Couscous de fonio sauce feuilles de haricot

Plats légers

- Bouillie de fonio
- Galettes de fonio
- Galettes composées
- Galette de fonio à la banane
- Dégué de fonio à la pomme de terre
- Degué de fonio et de patate

Conclusion

Il apparaît nécessaire de comparer les résultats des différentes enquêtes réalisées dans les 3 pays et de constituer des listes de synonymes des préparations identiques.

Par ailleurs les recettes pourraient être présentées selon le modèle retenu dans la base de données INPHO de la FAO de manière à alimenter directement cette base en précisant la source comme étant le projet CFC « fonio ».

Enfin de nouvelles recettes pourraient éventuellement être élaborées et proposées dans le cadre de l'activité n° 15 concernant l'étude de nouveaux produits.

²¹ On a pu noter que le fonio torréfié était utilisé dans la région de Bobo Dioulasso pour soigner le « zona ».

2.6. Principes susceptibles d'être appliqués au post-récolte du fonio (Act. n°6)

Cette étude documentaire réalisée par le CIRAD concerne la recherche de principes techniques de décortiquage et de nettoyage applicable au fonio

L'étude des équipements est basée sur l'analyse des principes fonctionnels et des solutions techniques pour les mettre en œuvre.

Pour le décortiquage des grains et graines, cinq principes déclinés en une dizaine de solutions techniques ont été recensés. (annexe n°4a). On distingue globalement les principes suivants :

- Abrasion par un rotor
- Abrasion par le stator
- Cisaillement
- Friction
- Percussion

Dans le cas de nombreuses graines de céréales et notamment pour le fonio, l'adhérence forte du tégument à l'amande de la graine, nécessite la mise en œuvre de procédés énergiques et impose donc les principes de friction ou d'abrasion ou leur combinaison.



Fig. 7b : Principes de l'abrasion et de la friction

Par ailleurs, la très petite dimension des grains des fonio (< 1 mm) ne permet pas véritablement d'utiliser des tôles perforées durant les opérations de décortiquage et de blanchiment.

Les décortiqueurs à abrasion (meules ou disques résinoïdes en rotation type Mini-PRL ou friction type "Diakité" ou engelberg) pourraient constituer les voies les plus prometteuses. (voir § 7)

Une dizaine de principes de triage à sec ont été répertoriés qui dépendent des caractéristiques intrinsèques des grains et graines (annexe n° 4b)

- dimension
- forme
- densité apparente
- densité et forme
- forme et texture
- état de surface
- état de surface et densité
- couleur

L'analyse des solutions techniques mises en œuvre sur des équipements de nettoyage utilisés pour grains et graines met en évidence la difficulté de tamiser à sec des produits d'une aussi faible granulométrie que le fonio. En effet, ces techniques ne permettent pas efficacement de séparer les impuretés de densité et de taille similaires aux grains de fonio. Il sera probablement nécessaire d'utiliser la voie humide.

2.7. Essais-évaluation des équipements actuels (Act. n°7)

Une première liste des équipements actuellement utilisés pour les différentes opérations post-récolte avait été établie en août 1999, lors de la réunion de Bamako, et actualisée lors du séminaire de formation organisé en novembre 1999 à Ouagadougou²². C'est sur cette base que les premiers essais d'équipements ont été réalisés

2.7.1. Essais de matériels de décortilage/blanchiment au Mali

2.7.1.1. Présentation

Les essais de matériels de transformation, réalisé au Mali en avril 2000, ont concerné 6 décortiqueurs-blanchisseurs

- 3 décortiqueurs équipant des miniminoteries dans la zone CMDT de Koutiala-San (2 machines Nuhull à Nanposséla et à Moribila et 1 machine RIIC à Ntosso)
- 2 décortiqueurs équipant 2 ateliers de transformation spécifiquement adapté au fonio à Bamako (« décortiqueur Diakité » chez UCODAL et mini-PRL en continu chez M. DIALLO)
- 1 décortiqueur mini-PRL fonctionnant en batch à l'IER Sotuba

Ces différents matériels, prévus à l'origine pour le décortilage des mils, sorghos et maïs, mettent en œuvre le principe de décortilage par abrasion. Ces équipements sont habituellement constitués d'une série de meules ou de disques résinoïdes montés sur un arbre horizontal et tournant dans une chambre métallique. Seul le « décortiqueur Sanoussi » est différent. D'après les schémas issus de la documentation, la machine est constituée d'une chambre métallique tronconique dans laquelle tournent deux palettes. Le fond de la chambre est incliné pour permettre la vidange. Il est recouvert d'une surface granuleuse permettant l'élimination des couches périphériques du grain.

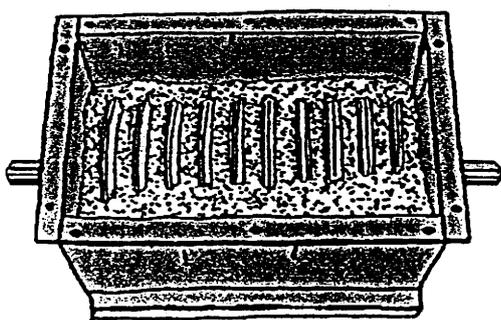


Fig. n° 8 : Principe du décortilage par abrasion



Fig. n° 9 : « décortiqueur Sanoussi » (doc S. Diakité)

Les essais de décortilage/blanchiment ont été réalisés avec du fonio paddy provenant de l'arrondissement de Kimparana (entre Koutiala et San). Ce fonio brut a préalablement été nettoyé par tamisage pour enlever les grosses particules étrangères (tamis de 2mm) les particules fines telles que les sables (tamis de 1 mm). Le poids spécifique du fonio paddy est de 630 kg/m³ et son humidité était de : 8,7% wb.

²² voir le rapport CRUZ Jean-François, DRAME Djibril, DIALLO Thierno A. et SON Gouyahali. 2000. Rapport Semestriel. N° 1/00. CFC. IER. IRAG. IRSAT. CIRAD. 18p + annexes

Des essais de blanchiment ont également été réalisés chez UCODAL (Mme Mariko) et chez M. Diallo puisque ces deux transformateurs ont pour habitude de travailler sur du fonio déjà décortiqué. Les essais de blanchiment ont été réalisés avec du fonio décortiqué manuellement ayant les caractéristiques suivantes : poids spécifique : 780 kg/m³ ; humidité : 7% ; taux de cendres : 0,65% à 0,95% et taux de lipides : 0,75 % à 1,35%. Ces dernières valeurs montrent que le fonio décortiqué manuellement est souvent déjà en partie blanchi et dégermé car un grain de fonio simplement débarrassé de ses balles contient habituellement 1% de matières minérales et plus de 3,5% de lipides.

Une description rapide des caractéristiques des différentes machines est donnée en annexe n° 5

2.7.1.2. Résultats des essais

Les résultats des essais, consignés dans le rapport intermédiaire spécifique à cette activité²³, sont donnés dans les tableaux synthétiques suivants :

Machine	Nuhull 1 (Nanpossila)	Nuhull 2 (Moribila)	RIIC (N'tosso)	Mini PRL 1 (IER)	Mini-PRL 2 (M. Diallo)	Sanoussi (UCODAL)
Nb passages	3	2	2	1	3	1
Lot (kg)	100	100	30	2,5	16	2,5
Débit (kg/h)	124 à 340	85 à 118	170	10	65 à 125	20
Débit opération)	33 kg/h	40 kg/h	30 kg/h	<10 kg/h	32 kg/h	<20 kg/h
Rendement	37 % (54,6 - 2 ^{ème})	52,8 %	58 %	-	62,7 %	61,4 %
Présence de paddy	+ (1,1%)	++ (4,3%)	++ (7%)	+++	++ (8 %)	+++ (50%)

Tableau n° 4 : Résultats comparés des essais de décortilage/blanchiment

Machine	Mini-PRL 2 (DIALLO)	Sanoussi (UCODAL)	Matière Première (7%wb)
Nb passage	1	1	-
Lot	30 kg	3 kg	-
Débit instantané	250 à 350 kg/h	50 à 60 kg/h	-
Rendement	93% à 97%	91% à 93%	-
Taux de cendres	0,4 à 0,55 %	0,46 %	0,65 à 0,95%
Taux de lipides	0,6 %	0,6 %	0,75 à 1,35 %
Taux brisures	10 %	17 %	6,5 %

Tableau n° 5 : Résultats comparés des essais de blanchiment

2.7.1.3. Analyse et perspectives

Les essais réalisés montrent que toutes les machines testées semblent être davantage adaptées à l'opération de blanchiment du fonio qu'à l'opération de décortilage. Les deux machines qui apparaissent les plus performantes sont, sans conteste, le mini-PRL de chez M. DIALLO et le « Sanoussi » de chez UCODAL.

Concernant les machines à abrasion, les matériels Nuhull et RIIC donnant globalement des rendements voisins de 50% à 55 % sont nettement moins performants et plus gros consommateurs d'énergie (moteur 18,5 kW) que le mini-PRL de chez DIALLO (4 kW) qui, en trois

²³ voir le rapport CRUZ J.F., DRAME D., THAUNAY P., 2000. Essais des équipements de transformation au Mali. Rapport intermédiaire n°1-7/00. IER, CIRAD Bamako. 14p + annexes

passages, donne un rendement supérieur à 60% avec un débit comparable. Le mini-PRL (IER) fonctionnant par batch est moins adapté.

Afin d'améliorer la qualité de la transformation, le Mini-PRL « Diallo » devrait être équipé d'un système de nettoyage dont l'absence actuelle constitue le défaut majeur de cet équipement.

La machine « Sanoussi », qui fonctionne sur un principe différent, demanderait à être perfectionnée pour pouvoir fonctionner en décortiqueur. Les points d'amélioration devraient porter sur la recherche d'une meilleure homogénéité du travail réalisé et sur l'accroissement du débit propre à la machine.

Dans le cadre de cette activité, il est également prévu de tester d'autres matériels. Les tests de batteuses (Bamba et/ou Votex) sont reportés à la prochaine campagne de récolte du fonio. Des essais d'un nettoyeur séparateur (Matériel de laboratoire Tripette et Renaud) et d'un épierreur sont également programmés ainsi que des expérimentations sur le séchage (séchoir Atesta et séchoir solaire).

2.7.2. Essais de matériels en Guinée

Les essais de matériels réalisés durant le premier trimestre de l'année 2000 ont d'abord concerné les opérations de battage, de nettoyage et de décortilage

2.7.2.1. Essais de battage

3 types de machines ont été testées dont 2 machines à énergie humaine et une batteuse motorisée :

- batteuse manuelle « à manivelle ». Il s'agit d'un prototype conçu par le GALAMA²⁴ constitué d'une barre sur laquelle est fixée une série de tiges métalliques formant un battoir. Ce battoir est relevé puis retombe régulièrement sur la gerbe de fonio placée en dessous au moyen d'une manivelle.
- batteuse à boucle à pédale classique (utilisée habituellement sur le riz). Elle est constituée d'un rotor en bois sur lequel sont insérées des boucles métalliques. Une pédale à balancier permet d'entraîner par un système pignons-chaîne le mouvement de rotation du tambour. L'opérateur présente les gerbes au batteur en rotation de manière à ce que les boucles séparent les grains des tiges (battage à paille tenue)



Fig n° 10 : Batteuse « battoir à manivelle »



Fig n° 11 : « Batteuse à boucles » à pédale

²⁴ Groupement des Artisans de Labé pour la Mécanisation Agricole

- batteuse motorisée de fabrication chinoise (modèle TDG 400 avec moteur électrique 7,5 kW). Il s'agit d'une batteuse à paille tenue (« hold on » de conception japonaise) où les pailles restent extérieures à la machine lors du battage. Un système de convoyage à chaînes pince et entraîne les gerbes pour ne présenter que les épis au batteur à boucle.

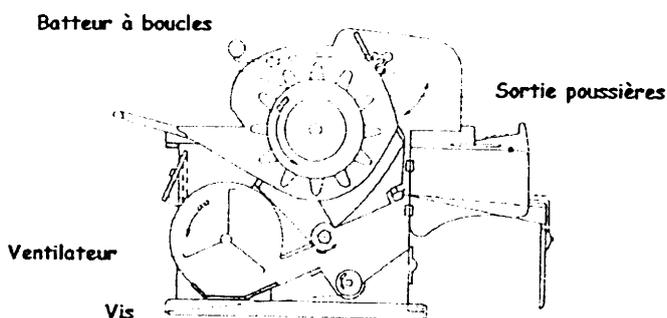


Fig. n° 12 : Batteuse motorisée « à paille tenue »
(schéma de principe et vue partielle)

Les essais de battage ont été réalisés avec 10 à 12 kg de gerbes (à 15 à 18% d'humidité) de 3 variétés différentes de fonio du Fouta Djallon : *Bolefondé*, *Siragué* et *Kenselen*

Les principaux résultats obtenus sont les suivants

Batteuses	manuelle « à boucles »	Manuelle « battoir à manivelle »	Motorisée « à paille tenue »
Débit	6 à 15 kg/h	4 à 7 kg/h	4 à 6 kg/h
Grains imbattus	25% à 50%	32% à 37%	> 50%

Les faibles performances des machines, caractérisées par les très faibles débits obtenus avec les différentes variétés (de 4 à 15 kg/h) et la qualité très médiocre du battage (25% à plus de 50 % d'imbattus), compromettent grandement des développements ultérieurs avec ces matériels.

2.7.2.2. Essais de vannage

Un essai de nettoyage de fonio paddy a été réalisé sur un tarare manuel de marque Alvan Blanch. L'idée d'adapter ce tarare au nettoyage du fonio avait été discutée lors de la mission d'appui réalisée en décembre 1999²⁵, au Centre IRAG de Bareng. L'adaptation de ce tarare, habituellement utilisé pour le nettoyage du maïs ou du riz, a consisté à recouvrir la grille inférieure d'une maille fine (1mm x 1mm) de manière à laisser passer les grains de fonio et à retenir les impuretés grossières.

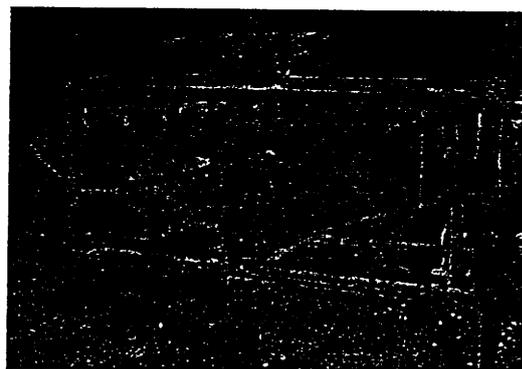
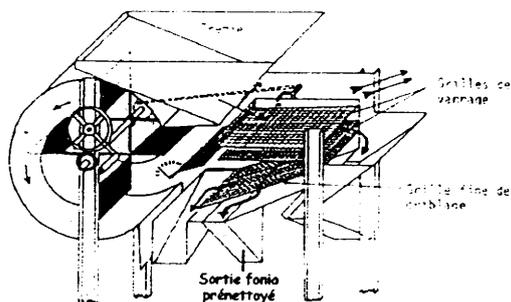


Fig. n° 13 : Schéma et vue du tarare Alvan Blanch

²⁵ Mission d'appui CIRAD de J.F. CRUZ et J.L. NDIAYE à l'équipe IRAG du projet (du 3 au 13 décembre 1999)

En actionnant la manivelle à 60 tr/mn, un débit de 100 à 170 kg/h a été obtenu avec des performances encourageantes surtout avec les variétés Bolefondé et Siragué.

Ces premiers résultats prometteurs seront à confirmer par de nouveaux essais notamment pour améliorer la qualité du nettoyage.. On pourrait ainsi placer la maille 1mm x 1mm sur la seconde grille et équiper la grille inférieure d'une maille plus fine (par ex.0,5 à 0,6 mm) de manière à faire fonctionner la machine dans des conditions normales d'utilisation.

2.7.2.3. Essais de décortiquage/blanchiment

L'expérimentation a porté sur 3 petits décortiqueurs de type Engelberg. L'adaptation de ces matériels au décortiquage du fonio est réalisée en remplaçant en la demi-grille inférieure de la chambre de décortiquage par une tôle pleine afin d'éviter les pertes de grains. Les sous-produits de la transformation (balles et sons) sortent alors de la machine mélangés aux grains blanchis.

Le décortiqueur dit « GALAMA » de Labé a été réalisé à partir d'un petit modèle chinois auquel a été adjoint, en sortie, un système de nettoyage par aspiration d'air. La machine est entraînée par un moteur électrique de 7,4 kW.

Le décortiqueur dit « Lino » (du nom du transformateur M. Mamadou Lino Diallo installé à Faranah) est globalement identique au précédent dans son principe et ses dimensions mais ne dispose pas de système de nettoyage. Il est entraîné par un moteur électrique de 4 kW. Les deux machines nécessitent une assistance à l'alimentation de la chambre de décortiquage. L'opérateur étant obligé d'utiliser un bâton poussoir pour faciliter l'écoulement du fonio paddy comme le montre la figure n° 15 ci-dessous.



Fig n° 14 : le décortiqueur « Galama »



Fig n° 15 : le décortiqueur « Lino »

Le décortiqueur dit « Comfar »²⁶, fabriqué par un atelier de Faranah est de plus grande dimension que les précédents car il est d'abord destiné à l'usage du riz. Ce matériel est entraîné par un moteur électrique de 9 kW.

²⁶ COMFAR : Coopérative des Ouvriers Métallurgistes de FARANAH

Les essais réalisés avec 2 variétés *Saran* et *Fonigbé* à une humidité voisine de 8,5 à 9,5% ont donné les résultats suivants :

Machines	Engelberg « Galama »	Engelberg « Lino »	Engelberg « Comfar »
Nb passages	1	1	1
Débit (kg/h)	16 à 22 kg/h	60 à 100 kg/h	30 à 50 kg/h
Rendement usinage	70 %	64 à 68 %	62 à 72%
Taux de brisures ²⁷	3 %	7 %	14 %
Présence de paddy En sortie	++ (6%)	++ (4%)	++++ (67%)

Tableau n° 6 : Résultats comparés des essais de décortilage/blanchiment

En première analyse, on peut noter que le modèle dit « Comfar » n'est pas du tout satisfaisant quant à la qualité du décortilage puisque plus de 60% du produit sortant de la machine est constitué de paddy. Seul son système d'alimentation, qui ne nécessite pas une assistance manuelle (bâton poussoir) pourrait être étudié pour être repris sur les autres décortiqueurs

Le matériel dit « Lino » semble à cet égard le plus performant avec un débit tout à fait convenable. Il pourrait être amélioré au niveau de l'alimentation et équipé d'un système de nettoyage des grains en sortie. Le matériel « Galama » devra être fortement amélioré en termes de capacité horaire pour espérer pouvoir être l'objet d'une diffusion. Enfin, même si aucune mesure précise n'a été enregistrée, il semble que l'usinage du fonio dans ce type de matériel entraîne de très forts échauffements dans la chambre de décortilage ; ce qui, ensuite, n'est peut-être pas sans incidence sur la qualité culinaire et nutritionnelle du produit.

Dans le cadre de cette activité, il est également prévu de tester dans la région de Boké un décortiqueur Engelberg de marque CCIEC, initialement utilisé sur le riz (projet PASAL) et qui a été récemment modifié pour être adapté à la transformation du fonio .

Des expérimentations sur le séchage (séchoir Apek et bêche) et la cuisson (cuiseur GTZ) sont également programmé pour les prochains mois.

2.7.3. Essais de matériels au Burkina

2.7.3.1. Essais de battage

Au Burkina Faso, un premier essai de battage avec une batteuse IRSAT a été réalisé en octobre 1999 dans la région de Bobo Dioulasso. Il s'agit d'une batteuse à riz classique avec batteur et contre batteur à doigts. La machine est équipée d'un table de nettoyage et d'un système de ventilation. Pour les besoins de l'essai , elle est entraînée par un moteur thermique (Lister de tracteur Bouyer).

Les premiers résultats montrent que le rendement au battage est légèrement supérieur à 20% pour un débit (en grains battus) voisin de 50 à 60 kg/h. Les pertes au battage (grains projetés au sol ou non battus et éliminés avec les menues pailles) avoisinent 15 % alors que le taux d'impuretés dans le fonio battu atteint 10%.

Par ailleurs la machine présente un certain nombre d'imperfections concernant notamment la configuration de la table d'alimentation, l'efficacité du système de récupération par vis du produit battu et l'adaptation des grilles à la taille du fonio.

Des actions de modification de la machine sont prévues au cours de l'année 2000 de manière à préparer le matériel pour la prochaine période de récolte.

²⁷ les taux de brisures ont été mesurés sur échantillons au Laboratoire de l'IER à Bamako

2.7.3.2. Essais de séchage

Des premiers contacts ont été pris en début d'année 2000 avec un groupement féminin de Bérégadougou dans la région de Banfora qui dispose, pour son activité principale de séchage de mangues, d'un séchoir statique à claies fonctionnant au gaz.

D'après les femmes, son adaptation au séchage du fonio devrait porter sur la taille du maillage des claies et la réduction de la température de l'air de séchage. Une température de 60°C leur semble trop élevée et l'utilisation d'un séchoir solaire lui paraît plus adapté.

Un autre groupement féminin (au centre social de Tanguin), qui pratique le séchage du fonio en étalant le produit lavé sur un linge propre posé sur une natte ou sur une terrasse cimentée, s'est également déclaré intéressé par l'amélioration des techniques de séchage pour pallier les nombreuses difficultés rencontrées pendant la saison pluvieuse (juillet/août).

Quelques simples essais de séchage ont été réalisés au Département Energie de l'IRSAT, sur un séchoir en banco (séchoir solaire à claies) et un séchoir solaire dit « coquillage »²⁸. Les humidités finales des échantillons de 5 kg séchés durant 24h qui ont été de

Séchage solaire	Fonio lavé	Fonio lavé et étuvé
Séchoir banco à claies	4,5 %	8 %
Séchoir coquillage	8,2 %	

Tableau n° 7 : humidités finales du fonio après séchage solaire

Il est à noter que les essais ont été réalisés en pleine saison sèche (mai) donc dans des conditions ambiantes très favorables tant du point de vue des températures que de l'humidité relative de l'air. Afin de mieux apprécier l'efficacité réelle de ces séchoirs, des essais devraient être repris en saison humide (de juillet à septembre).

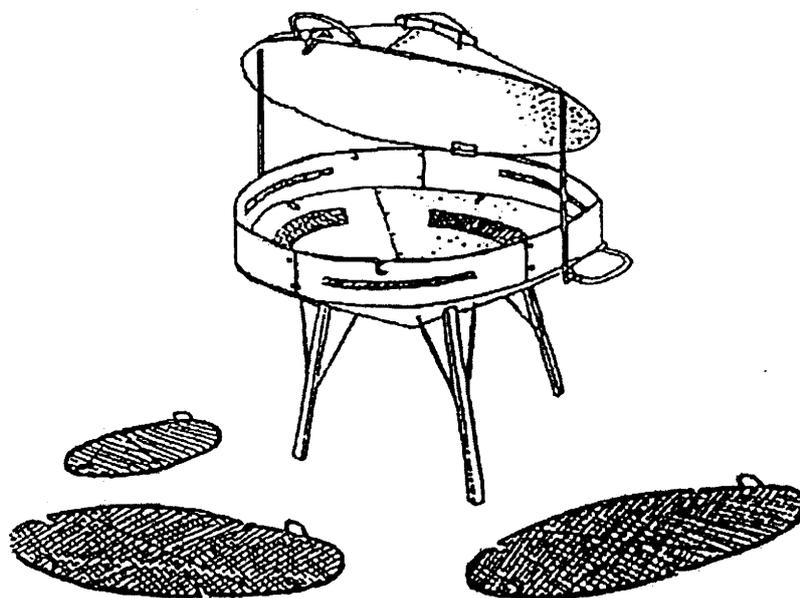


Fig. n° 16 : Schéma du séchoir solaire (doc GERES)

²⁸ séchoir conçu au Sénégal et diffusé au Burkina par l'ONG ABAC-GERES

2.7.3.3. Essais de décortiquage

Le principal essai de décortiquage en cours de réalisation porte sur équipement identifié à Bobo Dioulasso (chez M. Sanogo). Il s'agit simplement d'un petit blanchisseur à cône autrefois utilisé pour le blanchiment du riz cargo. Le matériel est en cours de rénovation à l'IRSAT pour être testé sur le fonio.

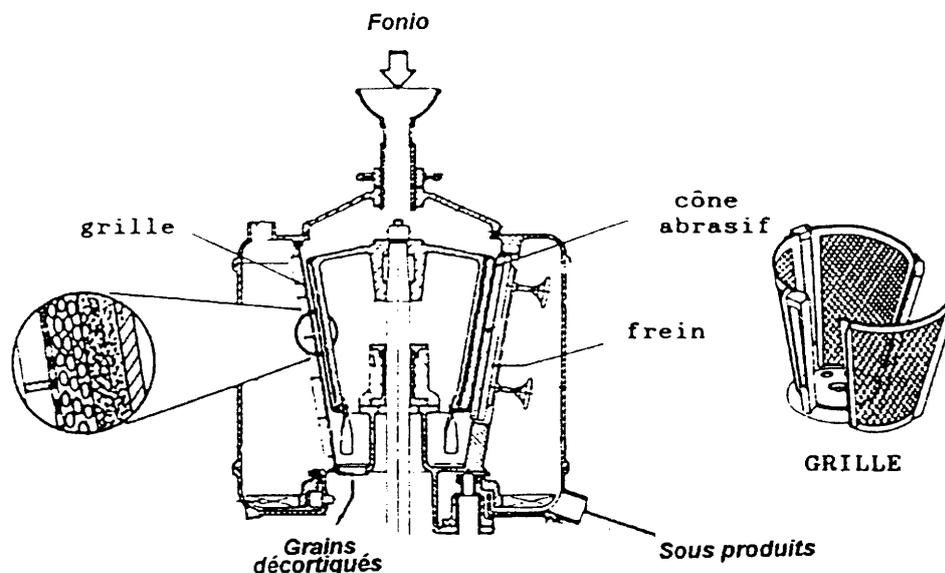


Fig. n° 17 : Schéma de principe du blanchisseur à cône (d'après FAO)

Des premiers essais ont déjà été réalisés dans le passé qui ont montré des performances médiocres sur fonio avec un rendement d'usinage ne dépassant pas 40 à 45% et un taux de pertes voisin de 35%. Le matériel avait été installé dans le village de Pénii proche de Bobo dioulasso mais l'expérience a été abandonnée car le coût de la prestation demandé par le transformateur (près de 30 FCFA/kg) était excessif par rapport au décortiquage manuel réalisé par les femmes (15 FCFA/kg)

Sans préjuger des résultats qui seront obtenus, il est peu probable que ce type de matériel connaîtra un développement pour une éventuelle diffusion étant donnée l'impossibilité de réaliser ce matériel localement.

Au Burkina, l'activité n° 7 devrait donc davantage s'orienter vers des essais de matériels de battage-nettoyage et de séchage.

Conclusions

Il apparaît nécessaire de poursuivre les essais de matériels dans les meilleurs délais afin de conserver un délai suffisant pour réaliser les phases de conception et d'essais des équipements améliorés correspondant aux nouvelles activités 12 (Choix des Equipements), 13 (Amélioration et conception d'équipements) et 14 (Essais de matériels au stade pilote)

Le programme de travail détaillé de ces activités sera précisé lors de la réunion prévue à l'automne 2000 dans le cadre de l'Activité 7.²⁹

Lors de la réunion de coordination n° 2 à Labé en Guinée (voir § 2.11), un pré cahier des charges a été élaboré (annexe n° 6). Enfin la liste des essais à poursuivre a été actualisée et la terminologie à utiliser a été précisée (annexe n° 7).

²⁹ Cette réunion devrait certainement se dérouler à Bamako en octobre 2000.

2.8. Systèmes de distribution et de commercialisation du fonio (Act. 8)

2.8.1. Approche méthodologique

Les activités 8 et 9 ont effectivement débuté après la réalisation de la première mission d'appui CIRAD. L'objectif principal de la mission était de fournir un appui méthodologique aux équipes du Burkina, du Mali et de la Guinée pour élaborer, préparer et lancer les premières enquêtes socio-économique intéressant principalement les activités n° 8 et 9. Cette mission, réalisée du 29/11 au 17/12/ 1999 par un spécialiste du programme Agro Alimentaire du CIRAD/AMIS de Montpellier, a fait l'objet d'un rapport ³⁰.

L'étude des systèmes de distribution et de commercialisation du fonio s'appuie sur l'exploitation de données existantes dans l'abondante bibliographie sur les circuits commerciaux des céréales en Afrique de l'Ouest et sur les études récentes réalisées en Guinée et au Mali sur la filière fonio. On distingue trois volets:

2.8.1.1. Entretiens avec les acteurs de la commercialisation

Entretiens permettant de mieux connaître des acteurs du commerce du fonio et de cerner l'organisation des circuits commerciaux afin de clarifier la hiérarchie des commerçants et les rôles dévolus à chacun dans la chaîne de distribution (collecte, transport, vente en gros, détail).

2.8.1.2. Suivi des prix

Le prix du produit est une composante essentielle du comportement d'achat des consommateurs urbains. Le suivi mensuel des prix sur les principaux marchés de la capitale porte sur les différents types de fonio commercialisés (paddy, décortiqué, blanchi, précuit en sachet) mais aussi sur les autres céréales concurrentes ou complémentaires: riz, mil, sorgho, maïs.

2.8.1.3. Estimation des flux

L'enquête vise à mesurer le niveau de l'offre en fonio sur les marchés urbains, l'origine géographique des flux et leur évolution dans le temps.

Un recensement des vendeurs de fonio est effectué tous les mois sur le marché principal des villes retenues durant la première année du projet, en même temps que le relevé des prix. Ce recensement sera refait en année 4 à la fin du projet afin de mesurer l'évolution de la disponibilité en produit sur les marchés urbains. Les recensements doivent permettre d'évaluer les quantités de fonio disponibles sur les marchés (stocks compris), ainsi que leur origine géographique.

2.8.2. Distribution et commercialisation du fonio au Mali

Les données relatives à cette activité n'ont pu être recensées que de façon partielle sur toute l'année. Des données synthétiques résultant de l'activité n° 2 et d'une enquête rapide sur les principaux points de vente de fonio à Bamako ont permis de noter les variations de prix entre les zones de productions et Bamako à différentes périodes de l'année.

PRIX (FCFA/kg)	Période			
	Récolte		Soudure	
Zones	Fonio paddy	Fonio décortiqué	Fonio paddy	Fonio décortiqué
Bougouni	50	100	75	150
San	70	125	100	175
Seno	75	175	150	225

Tableau n° 8: Variation du prix de vente du fonio selon les zones et la période de récolte.

³⁰ NDIAYE, J.L. 1999. Mise en place des enquêtes socio-économiques du projet CFC « Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Rapport de mission au Burkina, au Mali, en Guinée du 20/11 au 17/12/1999. CIRAD/AMIS n°61/99. CIRAD. Montpellier. France. 14P + annexes

Période	Fonio paddy	Fonio décortiqué	Fonio blanchi
Récolte	750 – 900	275 – 400	350 – 400
Saison sèche	1000	375 – 400	450 – 475
Saison hivernale	1100 – 1200	425 – 450	500 - 600

Tableau n° 9: Variation du prix de vente du fonio (FCFA/kg) par période à Bamako

Le commerce du fonio est le fait d'acteurs intervenants situés le producteur et le consommateur final. On distingue les collecteurs, les grossistes et semi-grossistes et les détaillants. Les collecteurs s'approvisionnent auprès des producteurs et transportent à leur frais le fonio³¹ à Bamako qu'ils revendent aux grossistes, aux semi-grossistes ou aux détaillants. Les grossistes et semi-grossistes sont des opérateurs économiques ayant une grande capacité financière qui leur permet d'acheter d'importantes quantités de fonio qui sont progressivement cédées aux revendeurs. Les détaillants sont les principaux acteurs de la distribution. Ils sont présents sur tous les marchés et restent en étroite relation avec la clientèle domestique (ménagères) et professionnelle (restaurateurs, gargotiers). Des magasins d'alimentation vendent également du fonio conditionné en sachets plastique mais à un prix plus élevé.

2.8.3. Distribution et commercialisation du fonio en Guinée

En Guinée, l'étude conduite s'appuie sur les résultats de l'étude diagnostic de la filière fonio réalisée en 1998 (PASAL/BCEPA)³². L'activité a été réalisée par l'IRAG sur la base d'un guide d'entretien soumis à différents types d'acteurs sur des marchés de la préfecture de Faranah. Le suivi des prix du fonio et des autres céréales est assuré par le SIPAG sur les marchés de Madina et Niger à Conakry³³.

Le fonio, produit essentiellement en Moyenne et Haute Guinée, est présent sur les marchés de l'ensemble du pays, prouvant ainsi la vitalité des circuits de commercialisation. Ces derniers sont animés par des collecteurs, des grossistes et des détaillants. Les collecteurs sont surtout des femmes qui s'approvisionnent sur les marchés hebdomadaires. Elles ravitaillent les grossistes (également en riz, arachide et sorgho) qui peuvent leur accorder des avances de trésorerie pour qu'elles puissent acheter le fonio et assurer leur activité saisonnière (période suivant la récolte). Les grossistes, implantés au niveau des centres urbains, stockent les produits pour les revendre aux détaillantes.

Après la récolte, le fonio est séché, décortiqué dans les villages et acheminé vers les marchés hebdomadaires où il est ensaché dans des sacs en jute ou en polyéthylène. Les sacs sont entreposés dans des magasins sur des planches pour les préserver de l'humidité du sol. Les transactions se font rarement au poids mais généralement sur la base de mesures locales (la "saria" en Moyenne-Guinée et le "Moussa Traoré" en Haute-Guinée).

Les villes de Labé, Mamou, Faranah, Kissidougou et Kindia sont les principaux marchés où transite le fonio vers les centres urbains de Conakry, Kankan et Guéckédou. Au niveau régional, le fonio est exporté vers le Sénégal et la Gambie à partir de Labé, vers la Sierra-Leone à partir de Mamou et Kindia, vers le Mali à partir de Kankan et Faranah et vers la Côte d'Ivoire à partir de Kankan et Faranah ou du port de Conakry.

Les prix connaissent de fortes variations saisonnières pouvant doubler entre la période de récolte et la période de soudure (de 300-350 FG à 700-750 FG le kg de fonio décortiqué). Les coûts de transport d'un sac de 50 kg de fonio s'élèvent à 1000FG³⁴ entre Tiro et Faranah, (40 km), à

³¹ le fonio ainsi commercialisé est très souvent décortiqué au mortier/pilon dans les zones de production. les ménagères repilent le fonio pour le blanchir avant de le préparer.

³² Bien que très détaillée dans la description et l'analyse des études de cas, cette étude n'apporte pas de diagnostic synthétique sur les flux de produit, sur les fluctuations de prix et sur la capacité d'organisation des opérateurs de la filière

³³ Le SIPAG a demandé un montant de 300 à 400 000 FG/mois pour réaliser le relevé des prix au niveau national

³⁴ 1000 FG = environ 415 FCFA.

3000FG entre Faranah et Siguiri (450 km) et à 9000 FG entre Kankan et Bamako(350 km). La tonne kilométrique est estimée à 400 FG dans la préfecture de Faranah et à 160 FG ailleurs. Le stockage implique des coûts de gardiennage (200 FG par sac sans limite de temps). La manutention coûte 100 FG par sac, et les commerçants s'acquittent d'une taxe de marché de 50 FG par jour. Les coûts de transport et de décortiquage sont deux facteurs qui pèsent lourdement sur la commercialisation du fonio: Par ailleurs les collecteurs sont limités dans leur action par l'absence d'avance de trésorerie (contrairement à la filière du riz où les commerçants bénéficieraient de prêts pour acheter de grosses quantités de riz après la récolte).

2.8.4. Distribution et commercialisation du fonio au Burkina

Au Burkina, des entretiens ont été menés avec des commerçants sur différents marchés de Ouagadougou. Le suivi des prix du fonio a été effectué mensuellement depuis décembre 1999 sur les marchés de Gounghin, Sankariaré, Rood Wooko, Baskuy et Pagalayiri à Ouagadougou. Le SIM³⁵ de la SONAGESS³⁶ a fourni les données pour les autres céréales (mil, sorgho, maïs, riz local et importé).

Au Burkina, le fonio ne fait pas l'objet d'un commerce important ; les transactions sur ce produit sont soit une activité annexe des commerçants en céréales, soit des opérations ponctuelles menées par des commerçants occasionnels.

Le fonio est vendu à Ouagadougou décortiqué ou décortiqué et lavé. Du fonio précuit en sachet est également commercialisé dans certains magasins de la ville (alimentations et supermarchés). Les détaillantes des marchés de Ouagadougou sont approvisionnées par des femmes venant des régions sud et sud ouest du pays, principalement de Bobo-Dioulasso et Djibasso (Province de Kossi). Une seule détaillante s'approvisionnant à Ouahigouya (région nord).

Les quantités disponibles à la vente sur les marchés sont faibles, le maximum ayant été atteint au mois de décembre sur le marché central de Rood Wooko avec 205 kg (soit environ 325 kg pour les 4 marchés suivis). Cette faiblesse s'explique par le fait qu'une partie importante du fonio consommé à Ouagadougou provient de circuits familiaux, les ménages consommateurs n'ayant recours au marché que de manière occasionnelle.

Le fonio décortiqué est vendu sur les marchés entre 425 FCFA et 650 FCFA le kg (en décembre 1999).³⁷ Le fonio décortiqué est donc une céréale onéreuse, en moyenne 3 fois plus chère que le mil, le maïs et le sorgho, et 2 fois plus chère que le riz, local ou importé.

Nota : Au Burkina, le fonio ne suit pas les circuits traditionnels de commercialisation des autres céréales. Lors du montage du projet, il avait donc été prévu qu'une étude spécifique serait réalisée par une enquête de 5 jours dans la région de Bobo Dioulasso. Cette activité devant être combinée avec la partie de l'activité N°16 qui concerne l'étude des exportations régionales

2.9. Etude de la consommation (Act. n°9)

2.9.1. Approche méthodologique

L'IRSAT au Burkina, en collaboration étroite avec le CIRAD (AMIS/SEA), aurait un rôle leader dans la synthèse de cette activité

L'étude sur la consommation vise à caractériser la demande actuelle et la perception du fonio par les consommateurs à Bamako, Conakry et Ouagadougou. Les modalités de sa réalisation ont été précisées avec les différents partenaires lors de la première mission d'appui CIRAD.

L'étude comporte trois phases:

³⁵ SIM : Système d'Information des Marchés

³⁶ Société Nationale de Gestion de Sécurité des Stocks

³⁷ En « yoruba », mesure locale équivalente à environ 2,7 kg

2.9.1.1. Enquête exploratoire sur entretiens

Entretiens semi-directifs réalisés auprès d'un nombre varié mais restreint de ménages afin de cerner les caractéristiques de la consommation de fonio.

2.9.1.2. Enquête rapide d'évaluation de la consommation

Cette première enquête statistique rapide est réalisée pour mesurer le niveau de consommation du fonio dans les ménages urbains et constituer une base de sondage pour l'enquête sur la consommation. Elle porte sur un grand nombre de ménages (500 ménages par ville) et a été limitée aux capitales: Bamako, Conakry et Ouagadougou. Cette enquête sera reproduite en année 4 afin de mesurer l'impact du projet sur la consommation du fonio dans les ménages urbains. Des questions spécifiques sur la connaissance des nouveaux produits issus du projet seront rajoutées.

La méthode retenue pour l'échantillonnage est celle du sondage aréolaire. L'échantillon servant à constituer une base de sondage pour la deuxième enquête de consommation en éliminant les ménages ne consommant jamais de fonio

2.9.1.3. Enquête sur la consommation de fonio au sein des ménages urbains

Cette deuxième enquête statistique quantitative doit permettre de fournir les données de comparaison sur les caractéristiques de la consommation de fonio entre les villes des différents pays de la zone d'étude. Elle porte sur 200 ménages consommateurs de fonio tirés au sort parmi les 500 ménages précédemment enquêtés.

2.9.2. Etude de la consommation au Mali.

L'étude de la consommation du fonio dans le district de Bamako s'est déroulée essentiellement en février/mars 2000 a consisté en deux phases principales :

Les principaux résultats sont présentés dans le rapport spécifique à l'activité 9. On y note les points suivants :

2.9.2.1. Place du fonio dans la consommation alimentaire au sein des ménages

Sauf dans les zones de production, le fonio n'est pas une céréale aussi consommée que le riz, le mil/sorgho et le maïs. En ville sa consommation reste occasionnelle dans de nombreux ménages. La consommation du fonio dans les unités alimentaires dépend non seulement de la taille des ménages mais aussi des revenus. D'autres critères tels que les groupes ethniques, les catégories socioprofessionnelles, le niveau d'instruction, l'origine géographique etc... ont également une influence sur la consommation de ce produit dans les ménages.

2.9.2.2. Taille des ménages

Les ménages ont été classés en trois groupes selon leur taille.

- grands ménages (nombre de personnes $N > 15$ et en moyenne : 27 personnes),
- ménages moyens (nombre de personnes $5 < N \leq 15$ et en moyenne 10 personnes),
- petits ménages (nombre de personnes $N \leq 5$ et en moyenne 4 personnes).

L'échantillon est constitué à 28,9% de grands ménages, 50% de ménages moyens et 21,1% de petits ménages.

2.9.2.3. Périodes et fréquences de consommation

L'analyse des résultats de cette enquête montre que le fonio est fortement consommé pendant les fêtes (religieuses surtout), les autres cérémonies (mariages, baptêmes, décès ...), le carême et au moment des récoltes.

Le reste de l'année, on note que 85% des ménages Bamakois consomment du fonio au moins 1 fois par mois et que pour plus de 35 % d'entre eux cette fréquence est de, au moins, 1 fois par semaine. Ceux qui consomment du fonio tous les jours ne représentent qu'environ 4% de l'échantillon.

2.9.2.4. facteurs intervenant dans la consommation de fonio

La cherté du fonio reste le principal facteur qui en limite sa consommation tant au niveau des ménages (plus de 40% des réponses) que des individus (près de 80% des réponses). Pour les ménages, les difficultés rencontrées dans la préparation du produit, constituent aussi un important facteur limitant. La présence d'impuretés dans le fonio ne semble pas prédominante dans les réponses des consommateurs.

2.9.3. Etude de la consommation en Guinée.

2.9.3.1. Catégories de ménages consommateurs

L'enquête a permis de distinguer 3 catégories de ménages en fonction de leur niveau de consommation :

- les ménages consommateurs habituels représentent 40% des ménages enquêtés. Ils consomment régulièrement du fonio tout au long de l'année et sont souvent composés de personnes originaires des régions productrices (peul, malinké et dialonké). Ils s'approvisionnent par le biais des circuits familiaux mais aussi sur les marchés où ils entretiennent des rapports étroits avec les vendeurs. Ils consomment le fonio le soir ou au petit déjeuner.

- les ménages consommateurs occasionnels, qui représentent 17% des ménages enquêtés. Ils ne consomment du fonio que pendant le mois de Ramadan ou en période d'abondance. Le groupe est dominé par les Soussous.

- les ménages consommateurs circonstanciels.

Les ménages consommateurs occasionnels et circonstanciels s'approvisionnent uniquement par le marché.

Tous les consommateurs procèdent à des opérations de transformation, généralement limitées au blanchiment et au lavage. Ces opérations, entièrement manuelles, sont effectuées par les femmes, les enfants ou les domestiques du ménage. Pour 5 kg de produit, la durée moyenne de ces opérations est d'environ une heure pour une personne. Le principal critère de qualité est la propreté du produit (exempt de grains de sable), quelle que soit la préparation envisagée.

2.9.3.2. facteurs intervenant dans la consommation de fonio

Deux types de facteurs déterminent la consommation de fonio : le facteur culturel et le pouvoir d'achat des ménages :

la consommation de fonio est importante lorsque l'épouse est originaire d'une région productrice de fonio. Les consommateurs habituels sont importants aussi parmi les ménages à hauts revenus. Par contre, la taille du ménage ne semble pas être un critère prépondérant.

Les principaux facteurs limitants évoqués par les consommateurs sont :

- le prix (70% des réponses) ;
- les difficultés de transformation et de préparation (50%) ;
- les habitudes de consommation alimentaire ;
- la faible valeur nutritive du fonio.

La plupart des consommateurs a une image positive de cette céréale : 42% estiment qu'il a un meilleur goût que les autres céréales et 57% pensent que le fonio est un très bon aliment pour la santé grâce à sa bonne digestibilité, même si certains considèrent qu'il n'est pas riche sur le plan nutritif. Pour les consommateurs, un fonio de qualité doit être facile à piler, blanc et propre, et ne doit pas coûter plus de 600 FG/kg, soit le prix actuel du riz³⁸.

2.9.4. Etude de la consommation au Burkina

2.9.4.1. Fréquences de consommation

L'enquête a distingué les ménages consommateurs et les ménages non-consommateurs.

Au sein de l'échantillon enquêté, 70% des ménages Ouagalais ont déclaré ne jamais consommer de fonio.

Parmi les consommateurs « réguliers » de fonio, on note que près de 54% des ménages consomment du fonio au moins 1 fois par mois et que pour plus de 23 % d'entre eux cette fréquence est de, au moins, 1 fois par semaine. Ceux qui consomment du fonio presque tous les jours ne sont que 6,6%. Les autres, environ 46%, peuvent être considérés comme des « consommateurs occasionnels ».

2.9.4.2. facteurs intervenant dans la consommation de fonio

L'analyse des premiers résultats semble montrer que la région d'origine du consommateur et le niveau de ses revenus sont des éléments déterminants dans la consommation du fonio. Pour les non-consommateurs, les principales contraintes évoquées sont la cherté du produit et sa faible disponibilité sur les marchés de la capitale.

Conclusions

L'étude de la consommation est encore en cours de réalisation. Seule la première enquête rapide a effectivement été réalisée et les premières analyses réalisées pourront être complétées et affinées après réalisation et dépouillement de la deuxième enquête statistique portant sur 200 ménages.

Une réunion de concertation des quatre partenaires sera organisée à Ouagadougou pour harmoniser le traitement des données recueillies et préparer le rapport de synthèse de cette activité.

2.10. Formation complémentaire des partenaires du projet (Act. N°10)

2.10.1. Méthode de conception d'équipements et protocoles d'essais.

Un atelier sur la conception et les essais d'équipements s'est déroulé à Ouagadougou (Burkina Faso) du 8 au 12 novembre 1999³⁹. Organisé par l'IRSAT et animé par le CIRAD, il a réuni deux représentants du Mali, un représentant de Guinée et les acteurs directs du projet fonio au Burkina ainsi que d'autres participants des structures d'appui Burkinabé.

La première partie de la session a permis d'analyser les démarches traditionnelles de conception en présentant l'analyse fonctionnelle et l'apport du génie industriel puis d'exposer La méthode CESAM (Conception d'Equipements dans les pays du Sud pour l'Agriculture et l'agroalimentaire,

³⁸ 600 FG = environ 250 FCFA

³⁹ voir rapport : CRUZ J.F., DRAME D., MAROUZE C., SON G., 1999. Méthodes de conception d'équipements et protocoles d'essais. Rapport de l'atelier de Ouagadougou (8 au 12/11/1999). CIRAD – Mali. 12p. + annexes

Méthode) développée par le CIRAD. La seconde partie a concerné la présentation et l'harmonisation des protocoles d'essais des équipements (batteuses, décortiqueurs,...). Elle a également été l'occasion de faire le point sur l'état d'avancement du projet et de préciser la programmation à court terme des activités.

2.10.2. Formations individuelles

Une formation en construction mécanique d'un agent de la DNA de Guinée (M. Loua Francis Responsable du GALAMA de Labé) a été réalisée au Burkina avec l'appui de l'IRSAT/DMA. Elle a permis un échange d'expérience avec l'équipe de la Division Mécanisation Agricole de l'IRASAT et la visite de divers ateliers de fabrication d'équipements.

Une formation sur les méthodes d'analyses technologiques a été obtenue sur financement extérieur français pour une spécialiste du Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'IER au Mali (Mme Berthé). Cette formation s'est déroulée du 27 avril au 23 juin 2000 au CIRAD de Montpellier.

Les stages, prévus sur financement extérieur, de M Kergna (IER) et M. Saïdou (IRAG) sur les méthodes d'Etude de la Consommation n'ont pas été obtenus.

2.11. Réunion de coordination n°2 en Guinée (Act n° 11)

La 2ème Réunion Annuelle de Coordination du projet, organisée par l'IRAG (Institut de Recherche Agronomique de Guinée), s'est tenue à Labé (Guinée) du 29 mai au 2 juin 2000. Y ont participé :

- le CFC (M. KULESHOV A. Project Manager et Mme DIALLO Z. Gouverneur CFC en Guinée.),
- la Direction Générale de l'IRAG, Institution organisatrice, représentée par M. DIALLO M. Aliou K. Directeur du CRA Bareng et M. DIALLO I. Tanou, Coordonnateur Scientifique du CRA Bareng.
- les coordonnateurs du projet:
 - M. F TROUDE, (CIRAD/PEA), Coordonnateur Général,
 - M. J.F. CRUZ, (CIRAD), Coordonnateur Régional,
 - M. D. DRAME, (IER) Coordonnateur National au Mali
 - M. T.A. DIALLO, (IRAG) Coordonnateur National en Guinée.
 - M. B.DIAWARA, Chef du Département Technologie Alimentaire de l'IRSAT représentant le Coordonnateur National au Burkina-Faso, absent.
- Mme DIALLO Habiba et M. DIALLO Mamadou. Représentants du comité de suivi du projet pour la Guinée.
- Des représentants des différentes équipes de Recherche
- la FAO, agence de supervision du projet, n'était pas représentée.

Une visite de terrain a été organisée au CRA IRAG à Bareng et aux ateliers du GALAMA à Labé.

La réunion a été ouverte et clôturée par M. TOLNO Célestin, Inspecteur Régional de l'Agriculture et de l'Elevage.

Lors de la première partie de la réunion, les différentes équipes de Recherche ont présenté de nombreux exposés des principaux résultats déjà obtenus permettant ainsi de dresser le bilan des activités conduites au cours de l'Année I.

La seconde partie de la réunion a été concerné la revue du programme de travail et du Budget prévisionnel de l'Année II. Les principaux points abordés ont fait l'objet d'un Mémoire technique (annexe 8) et d'un rapport⁴⁰

⁴⁰ TROUDE F., CRUZ J.F., MAROUZE C., 2000. Compte Rendu de la Réunion de Coordination N°2 à Labé (Guinée). Projet CFC Amélioration des Technologies Post-récolte du FONIO. CIRAD. Montpellier. 16p + annexes.

III) ACTIVITE PARTICULIERE : « FONIO & DIABETE »

Pour compléter l'étude sur les technologies post-récolte du fonio, une recherche a été initiée par le CIRAD concernant la problématique « fonio et diabète ». Cette étude est menée au CIRAD Mali avec l'appui d'un étudiant en nutrition de l'Université de Montpellier 2 ⁴¹

3.1. Le diabète sucré

Chez le sujet sain lors de la digestion (1) la glycémie augmente (2). Le pancréas sécrète de l'insuline (3) qui permet aux cellules d'assimiler le glucose. L'insuline contribue à la formation d'une substance énergétique le glycogène (emmagasiné dans le foie et les muscles) à partir du glucose (4). L'insulinosecretion provoque la chute du taux de sucre dans le sang. En retour le pancréas produit moins d'insuline.

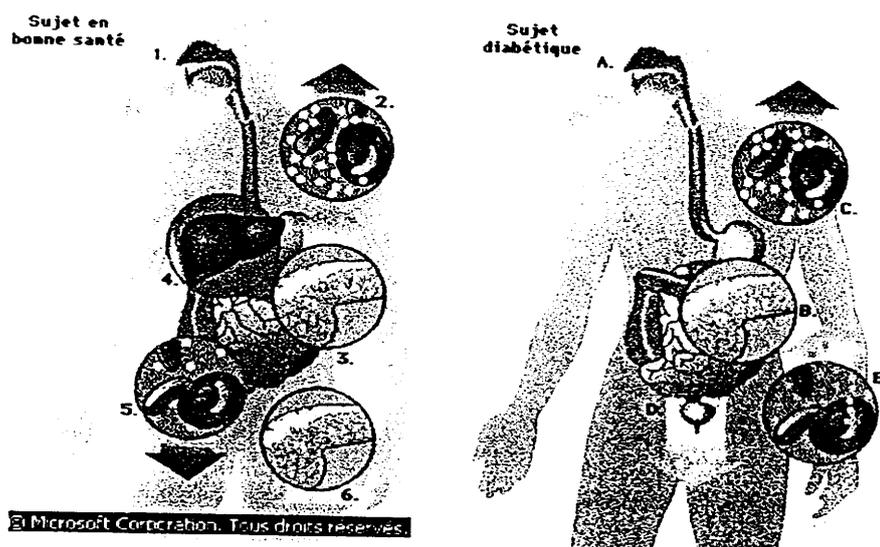


Fig. 18 : Schéma des manifestations du diabète (d'après Microsoft Encarta 2000)

Chez un sujet atteint de diabète sucré lors de la digestion la glycémie augmente fortement (A). Chez un diabétique soit le pancréas ne sécrète pas assez d'insuline (diabète de type 1 soit 10% des diabétiques), soit la sécrétion est correcte mais l'organisme s'avère incapable d'utiliser correctement l'insuline (diabète de type 2). Si le pancréas ne peut sécréter suffisamment d'insuline (B) ou que celle-ci est pas utilisée par l'organisme, on aboutit à un taux élevé de sucre dans le sang (C) et les urines (D). Le glucose, ne pouvant pénétrer dans les cellules, circule librement dans l'organisme sans être métabolisé. Des substances toxiques, appelées cétones, se forment et peuvent s'accumuler dans le sang (E).

3.2. Importance du diabète sucré

Le diabète est aujourd'hui une cause importante d'incapacité et de décès dans le monde. D'après l'OMS⁴², le nombre de personnes atteintes était de 30 millions en 1985, 135 millions en 1995. Aujourd'hui, il pourrait être de 150 millions et atteindre 300 millions en 2025. Cette maladie qui a déjà frappé ou frappe encore les pays développés (USA 15 M, Russie 9,5 M, Japon 7 M, Ukraine 3,8M et Italie 3,5M) pourrait, à terme, connaître une forte croissance dans les pays en Développement. On prévoit pour 2025 plus 57 M de personnes atteintes en Inde, 37 M en Chine, et plus de 4,5 M en Afrique (le Nigeria, l'Ethiopie et le Kenya restant les pays les plus touchés).

Le diabète est une maladie qui reste difficile à diagnostiquer et c'est souvent après de nombreuses années que se manifestent les premières complications qui révèlent, au patient, son état

⁴¹ M. Stéphane Besançon : DESS de Nutrition et Alimentation dans les Pays en voie de Développement.

⁴² OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pathologique. Les politiques de dépistage systématique sont encore trop peu développées notamment dans les pays du sud.

L'accroissement important du diabète de type 2 est, en grande partie, dû aux modifications des habitudes alimentaires liées au phénomène d'urbanisation. La maladie est étroitement associée aux problèmes de surpoids⁴³.

Le coût du diabète est très important puisqu'il représente près de 8 % des budgets de santé dans les pays développés et les conséquences pour les patients peuvent être graves (2 % cécité, 10% lésions oculaires graves, 0,25% amputations pour nécroses, 10% pathologie rénale nécessitant des dialyses)

3.3. Intérêt du fonio dans l'alimentation des diabétiques

En Afrique de l'Ouest, il est coutume de dire que le fonio est un aliment pour diabétiques. Cette «étude» a été initiée pour essayer d'en connaître les principales raisons.

D'après les premiers résultats obtenus ou collectés, l'intérêt du fonio dans le traitement alimentaire est dû à ses caractéristiques suivantes :

- Une bonne teneur glucidique (un peu plus faible que le riz)
- Un amidon contenant beaucoup d'amylose.
- Un bon profil de gélatinisation (68°C, 72°C, 90°C)
- Très peu de lipides (similaire au riz)
- Faible teneur protéique, un bon équilibre en acides aminés essentiels (mieux que le riz)
- Forte teneur en acides aminés insulino-sécréteurs (10 % de plus que le riz)

La poursuite de l'étude comprendra les actions suivantes :

- Réalisation des enquêtes auprès des patients diabétiques (Prof. Niantao – Hôpital Bamako)
- Approfondir les intérêts nutritionnels du fonio (Dr. Ag Bendesh - HKI)
- Analyses biochimiques fines (fibres, amidon, sucres libres, lipides,...) réalisées au Laboratoire de Technologie des Céréales du CIRAD à Montpellier (comparaison avec le riz).
- Recherche de données médicales précises avec les épreuves de glycémie post prandiale (Prof. Niantao Hôpital Bamako).

3.4. Intérêt nutritionnel du fonio

La recherche sur l'intérêt nutritionnel du fonio sera poursuivie dans le cadre d'une meilleure valorisation future de ce produit comme aliment pour diabétiques ou aliment de régime et d'une éventuelle promotion du fonio comme « aliment » (aliment-médicament) ou plutôt comme aliment naturel (et fonctionnel) aux vertus thérapeutiques.

Dans le cadre l'activité n° 15 « Etude de nouveaux produits », on recherchera également, en collaboration avec le Laboratoire de Technologie alimentaire de l'IER, les possibilités d'utilisation du fonio pour les compléments et l'amélioration des farines infantiles.

⁴³ Un indice de masse corporelle (IMC) a été défini pour quantifier le surpoids et l'obésité.
IMC = Poids (en kg) / taille² (m²). Il y a surpoids si IMC ≥ 25 kg/m² et obésité si IMC ≥ 30 kg/m²

IV) EQUIPEMENTS INFORMATIQUES ET MATERIELS DE MESURE

Dans le cadre du projet, les équipements informatiques et les matériels de mesures suivants ont été acquis par les différents partenaires :

IER - Mali

- Unité Centrale Everex Stepstation II (*Pentium III 450 Mhz, 64 Mo SDRAM, Disque dur de 10Go, lecteurs disquettes, CD-ROM et Zip 100 Mo. Microsoft windows 98. Ecran 17"*) - Stabilisateur 1250VA - Onduleur 650 VA - Imprimante jet d'encre couleur :
- Loupe trinoculaire (Stereozoom 745), compte-tours et thermomètre de précision

IRAG - Guinée

- Station Zénith PowerMate ES (*Intel 400 MHz, 64 Mo SDRAM, Disque 8 Go, lecteurs disquettes, CD-Rom et Zip 100 Mo. Windows 98 et Office 97. Ecran 15"*). - Onduleur 750 VA. - Imprimante couleur HPDJ 610C - Scanner AGFA 310.
- Compte-tours, balances, anémomètre, contrôleur universel,...

IRSAT – Burkina

- Unité centrale (*Pentium II 400 MHz, 64 Mo SDRAM, Disque 8 Go, lecteurs disquettes, CD-Rom. Windows 98 et Office 97. Ecran 15"*). Onduleur 750 VA – Imprimante couleur HPDJ 695C. Fax Center Xerox 155.
- Balances, tachymètre, thermomètres, humidimètre portable

V) PUBLICATION

Un poster intitulé « Amélioration des technologies post-récolte du fonio » a été réalisé et présenté par le Coordonnateur Régional au Séminaire International « Les petites industries agroalimentaires pour une nutrition saine en Afrique de l'Ouest » organisé par l'Université de Ouagadougou, l'Université de Wageningen et l'IRD à Ouagadougou (BURKINA) du 20 au 24 novembre 1999. Ce poster a été actualisé au début de l'année 2000 (annexe n° 9)

CONCLUSIONS

Lors de la réunion annuelle de Labé, l'importance du projet **CFC/IGG - (FIGG/02) Amélioration des Technologies Post-récolte du FONIO** a été rappelée par les différents partenaires, notamment pour la Guinée où le fonio représente la seconde culture céréalière après le riz mais également pour le Mali et le Burkina où il participe précisément à la diversification des ressources alimentaires et des revenus des producteurs.

Bien que le projet ait connu un léger décalage dans le démarrage de certaines activités par rapport au calendrier initialement prévu, l'essentiel du travail a pu être réalisé grâce à la motivation et au dynamisme des différentes équipes sur le terrain.

En seconde année, l'essentiel de l'activité doit porter sur le choix et la mise au point d'équipements visant à la diminution de la pénibilité des opérations de post-récolte et de transformation et sur la poursuite de certaines études touchant aux volets commercialisation (évaluation des marchés d'exportation notamment) et consommation du fonio (étude de nouveaux produits,...).

La prochaine réunion annuelle de coordination devrait se tenir à Bobo Dioulasso (Burkina) pendant la deuxième quinzaine de septembre 2001.

ANNEXES

Annexe n°1 : Production de fonio

Annexe n°2 : Composition et constitution du fonio

Annexe n°3 : Analyses technologiques

Annexe n°4 : Principes techniques de décorticage et de nettoyage

Annexe n°5 : Description des décortiqueurs testés au Mali

Annexe n°6 : Pré-cahier des charges des équipements post-récolte

Annexe n°7 : Essai - évaluation des équipements, liste des matériels

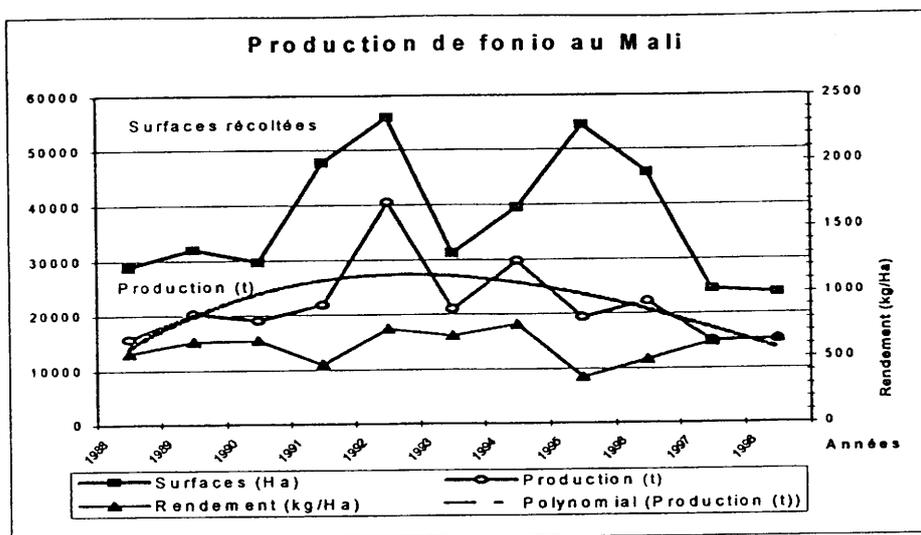
Annexe n°8 : Réunion annuelle n°2 – Mémoire-

Annexe n°9 : Publication (poster)

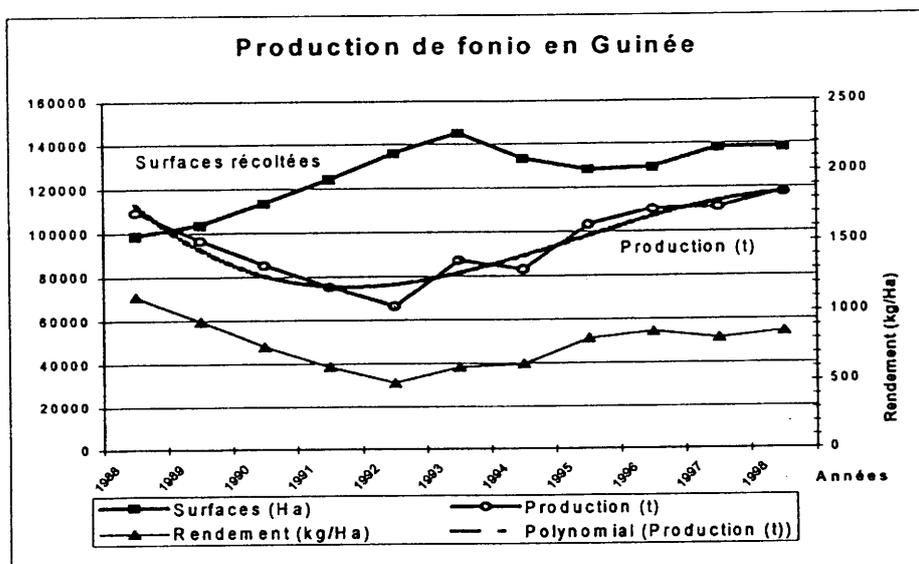
Annexe n°10 : Liste des principales personnes impliquées dans le projet

Annexe n°1

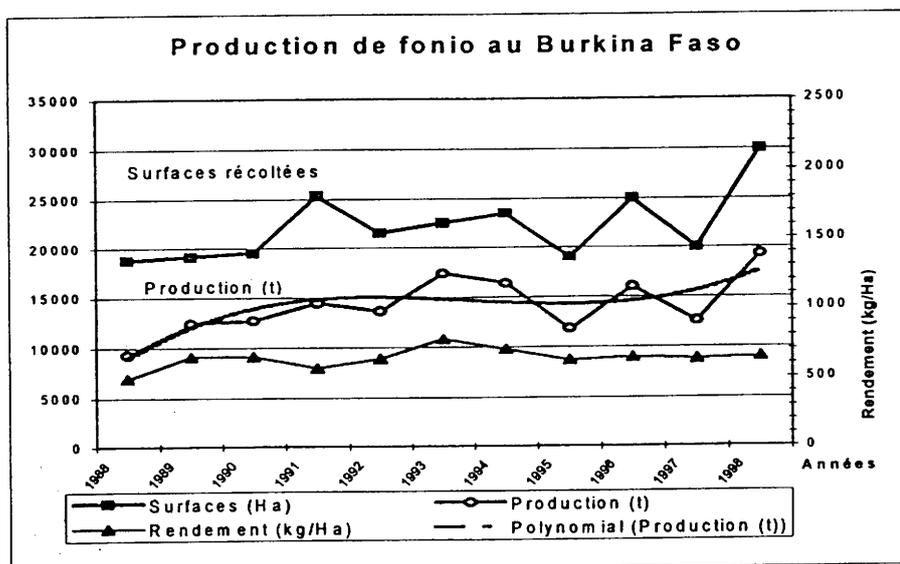
Production de fonio



Evolution de la production de fonio au Mali



Evolution de la production de fonio en Guinée



Evolution de la production de fonio au Burkina

LE FONIO

COMPOSITION ET CONSTITUTION

Jean-françois CRUZ (CIRAD)

I) GENERALITES

Le fonio (ou Acha) est une monocotylédone glumacée de la famille des graminées (ou poacées) et du genre *Digitaria*. Les Digitaires qui regroupent plus de 300 espèces sont parfois cultivées comme plantes fourragères et seulement 3 à 4 espèces sont cultivées comme céréales :

En Afrique occidentale: *Digitaria exilis* ou fonio, fonio blanc, fundi ou findi, acha,...
Digitaria iburua ou fonio noir, iburu,...

En Europe orientale *Digitaria sanguinalis* ou millet sanguin ou manne rouge d'Europe

En Inde *Digitaria cruciata* ou raishan

Aujourd'hui seul *Digitaria exilis* revêt une certaine importance en Afrique de l'Ouest

D'après certains auteurs, la primodestication du fonio à partir de *Digitaria bardinodis* daterait de 5000 av. J.C. et les premières références au fonio comme aliment sont rapportées dès le 14^{ème} siècle (Ibn Batuta: "voyage au Soudan"). Pour J.C. Baudet, "le fonio est indéniablement une plante dont la culture est très ancienne, comme l'atteste par exemple le rôle central de cette plante dans la cosmogonie des Dogons".

L'aire de culture du fonio s'étend entre les 8^e et 14^e parallèles nord, du Sénégal au Lac Tchad. Plus à l'Est, sa culture est remplacée par celle de l'*Eleusine coracana*.

D'après les statistiques FAO, la production de fonio en Afrique en 1998 était de 220 000 T pour une surface récoltée d'environ 310 000 Ha (soit un rendement moyen voisin de 700 kg/Ha). En observant l'évolution de la production sur les 40 dernières années, on note une forte diminution (de 180 000 T à 130 000 T) au cours des décennies 60 et 70 puis une reprise régulière à partir de 1980. Les rendements restant relativement constant, cette reprise de la production est due à l'extension des surfaces cultivées.

Les principaux pays producteurs sont: la GUINEE (117 500 T), le NIGERIA (62 000 T), le BURKINA FASO (19 000 T), le MALI (15 000 T) et la COTE D'IVOIRE (15 000 T) mais on trouve également du fonio au Sénégal, au Togo, au Bénin,...

Le fonio est une petite plante annuelle de 30 à 80 cm de hauteur présentant une inflorescence (3cm à 15 cm) composée dans la plupart des cas de 2 racèmes (pouvant aller jusqu'à 5) portant les épillets groupés par 2 (variétés hâtives), 3 ou 4 (variétés tardives) sur des pédicelles. L'épillet comprend une fleur stérile et une fleur fertile qui donnera le grain de fonio.(cf infra).

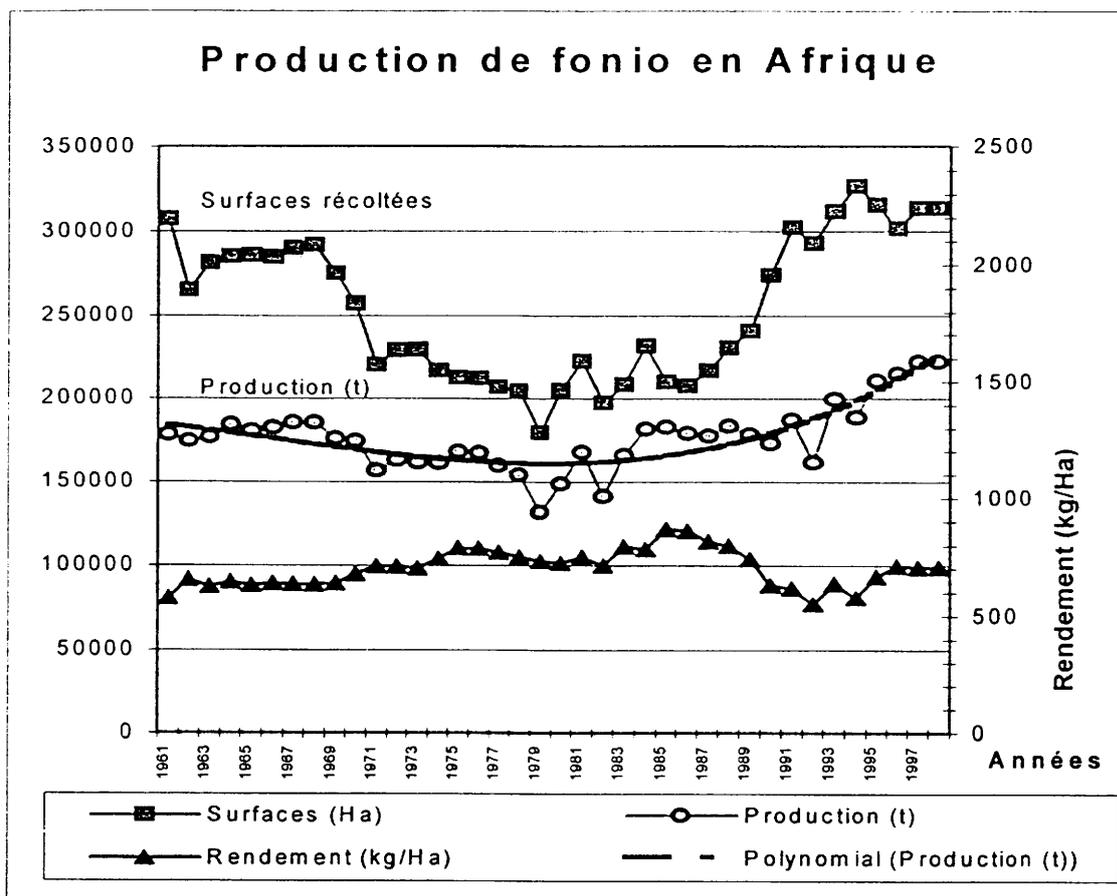


CIRAD

Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA

Programme
Cultures
Alimentaires



Evolution de la production de fonio en Afrique depuis 1960

II) COMPOSITION BIOCHIMIQUE

La composition moyenne du fonio décortiqué en comparaison à d'autres céréales est donnée dans le tableau suivant:

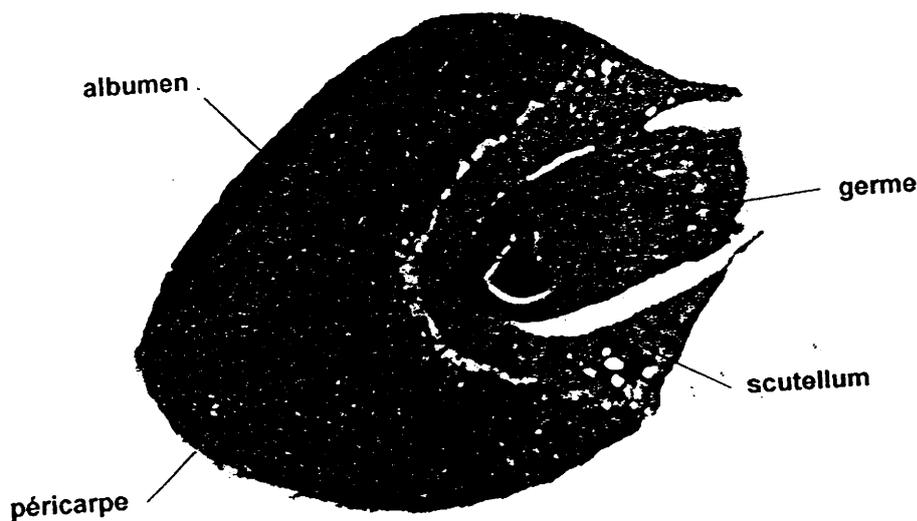
Constituants	Fonio	Blé	Sorgho	Mil	Riz cargo
Glucides	83,5 %	80,8 %	81,4 %	78 %	86 %
Protides	10 %	14 %	12 %	14 %	9 %
Lipides	4 %	2 %	4 %	5 %	2,5 %
Cendres	1 à 1,5 %	2,2 %	1,6 %	2 %	1,5 %

Des analyses réalisées en laboratoire CIRAD à partir de plusieurs variétés de fonio de Guinée ont montré que le fonio est globalement plus pauvre en protéines que les autres céréales. Les mesures donnent également des taux de matières minérales comparables aux autres céréales alors qu'il est parfois réputé plus riche. Ceci tendrait à prouver que les analyses antérieures ont été réalisées sur des échantillons mal nettoyés. Par ailleurs, le fonio apparaît moins riches en phosphore, potassium et calcium mais nettement plus riche en soufre que les autres grains. Le fonio est d'ailleurs réputé pour ses fortes teneurs en aminoacides soufrés: méthionine et cystine.

III) CONSTITUTION PHYSIQUE

Le fonio est une céréale vêtue dont le caryopse (fruit obtenu à partir de la fleur fertile) après battage reste entouré de glumes et glumelles. On parle parfois de fonio paddy. Le grain, toujours encapuchonné au sommet par les enveloppes, est de forme ovoïde et légèrement aplati sur le dos. Le grain est de très petite taille (L: 1,5 mm et l=0,9 mm) et le poids de 1000 grains est en moyenne de 0,5g.

Le caryopse (ou fonio décortiqué) a un péricarpe brillant de couleur blanche à jaune jusqu'à violet (lie de vin) selon les variétés. Le grain décortiqué mesure 1 mm de long et 0,7 mm de large. Sur une face on repère le hile et sur l'autre le germe relativement gros limité par le scutellum et représentant près d'un tiers du grain. Il contient l'essentiel des réserves lipidiques. L'albumen, organe de réserve du caryopse est entouré par la couche à aleurone. Il est constitué de grains d'amidon et d'un faible réseau protéique. Il constitue l'essentiel du fonio blanchi.



Coupe d'un grain de fonio décortiqué (ou caryopse)

(Nota : Les glucides ont été colorés en rouge et les lipides et protéines en bleu)



Grains de fonio paddy, décortiqués et blanchis

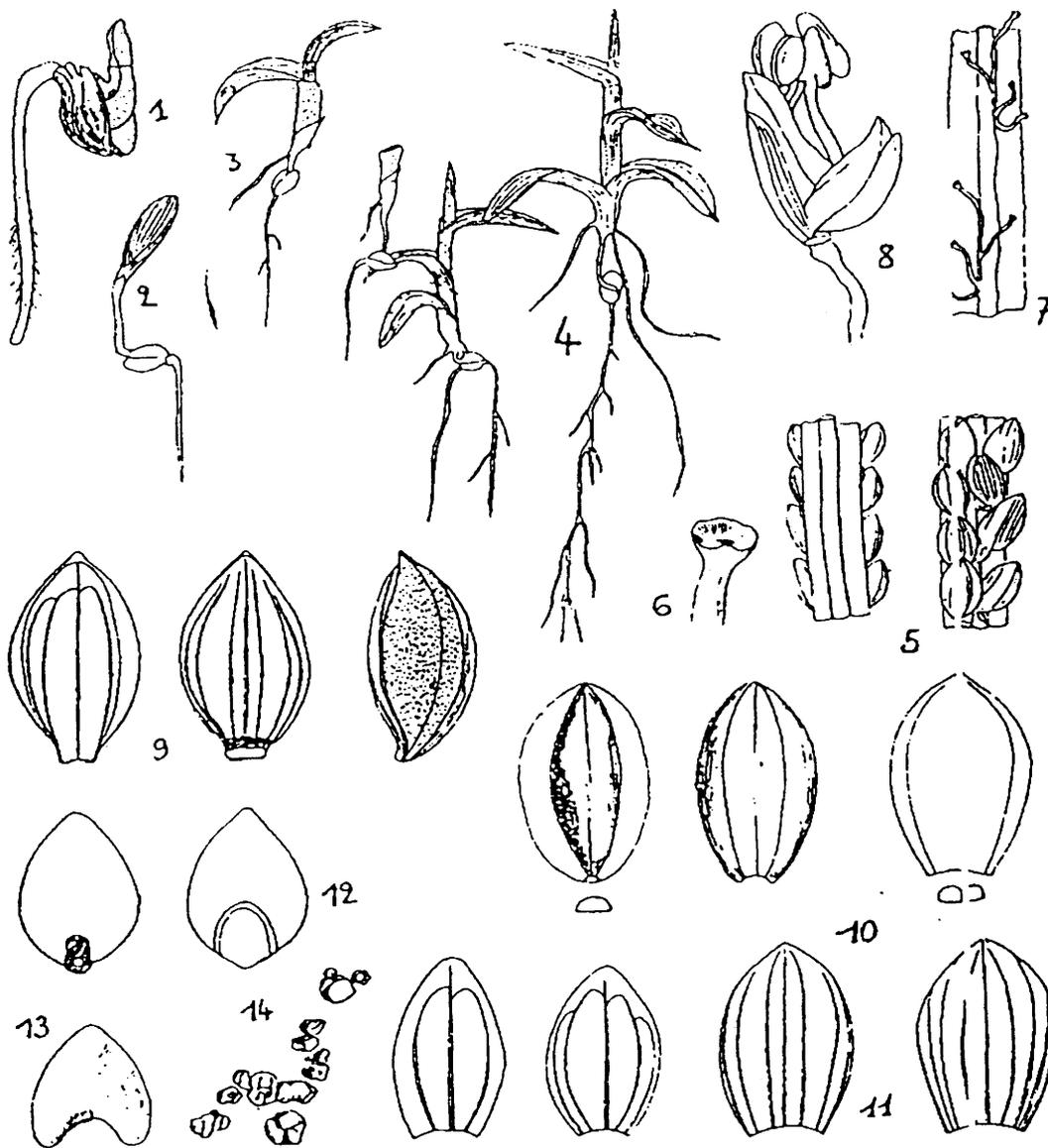


Fig. 3. — *Digitaria exilis* Stapf.

A. Développement. — 1, 2, 3, 4, germination et développement de la plantule.
 B. Epillet. — 5 : Fragment d'un racème, vu côté adaxial (à gauche), côté abaxial (à droite). — 6 : Extrémité d'un pédicelle, montrant l'expansion en coupe ou s'insère l'épillet. — 7 : Appareils racémulaires à 4 épillet.; noter l'alternance d'un appareil à l'autre. — 8 : Expansion terminale des anthers à l'éclosion florale. — 9 : Epillet vu par la face adaxiale présentant sa glumelle supérieure (gauche), vue par la face abaxiale à gauche. — 10 : à gauche, glumelle inférieure de la fleur fertile accompagnée au-dessous de la glumelle supérieure de la fleur fertile; au centre, glumelle supérieure de la fleur fertile (face adaxiale); à droite, deux représentations de glume inférieure; à gauche, deux représentations de glumelle inférieure (fleur stérile). — 12 : Caryopse vu par la face adaxiale, montrant le hile (gauche); par la face abaxiale montrant la trace de l'embryon et du scutellum. — 13 : Caryopse séparé de l'embryon. — 14 : Grains d'amidon.

Structure du grain de fonio (d'après R. Portères) Journal d'Agriculture Tropicale — 1955)

IV) TRANSFORMATION

A l'instar du riz, la transformation du fonio nécessite donc la succession de 2 opérations :

- d'une part le décortiquage qui permet d'enlever les balles du grain vêtu pour obtenir le caryopse nu
- d'autre part le blanchiment qui a pour objet d'éliminer le péricarpe et le germe pour obtenir le grain blanchi.

Des essais réalisés en laboratoire au CIRAD sur différentes variétés 5 variétés de fonio de Guinée à 11%-12% d'humidité ont montré que les balles et le son représentaient respectivement 23 % et 9% du grain paddy

Le rendement potentiel de transformation du fonio paddy en fonio blanchi devrait donc théoriquement approcher 68%.

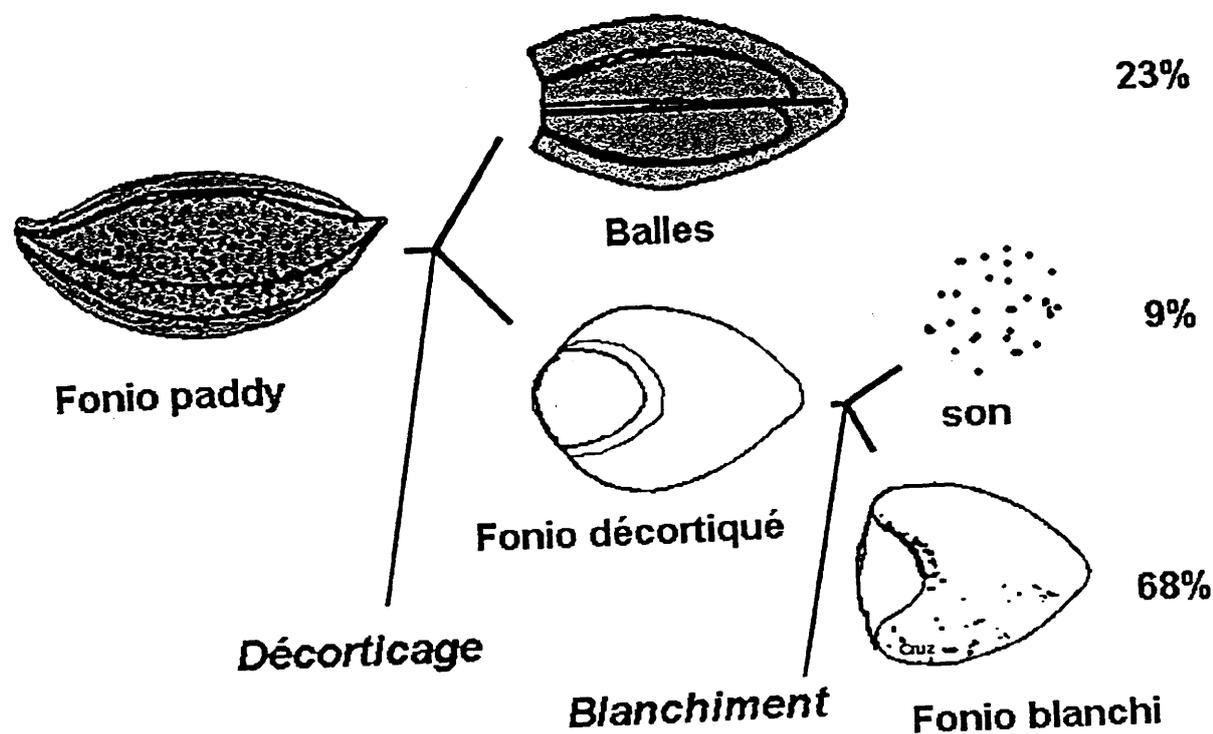


Diagramme de transformation du fonio

Annexe n° 3

Analyses technologiques

I) Taux de blanchiment (décortilage)

Il s'agit de déterminer le nombre de grains non décortiqués dans un échantillon de fonio blanchis. L'échantillon est au préalable lavé et séché en vue de faciliter le triage.

Les différentes étapes de la procédure expérimentale sont les suivantes :

- Constituer à partir de l'échantillon mère un sous-échantillon le plus représentatif possible par la méthode des quartiles
- En prélever exactement 10,0 g ;
- Procéder à la séparation des grains non décortiqués en s'aidant d'une loupe et d'une spatule lors du triage ;
- Compter le nombre de grains non décortiqués et les peser s'ils sont abondants ;
- Calculer le taux de décortilage en se référant au poids de 1000 grains paddy et à celui de la prise d'essai. Les formules ci-dessous peuvent être utilisées pour connaître les proportions de grains non décortiqués et de grains blanchis de l'échantillon :

Soit :

- P0 = prise d'essai en gr
- N = nombre de grains non décortiqués contenus dans P0
- Pi = poids des grains non décortiqués
- PMGp = poids de 1000 grains Paddy

Le pourcentage d'indécortiqués (% I) contenu dans le fonio blanchi est :

$$\% I = \frac{\text{Poids des grains non décortiqués (Pi)}}{\text{Prise d'essai (P0)}} \times 100$$

$$Pi = \frac{N \times PMGp}{1000} \quad \text{car 1000 grains correspondent à PMGp et N correspond à Pi}$$

D'où la formule suivante :

$$\% I = \frac{N \times PMGp}{10 \times P0} \quad \text{en nombre de grains non décortiqués pour 100gr de fonio blanchi}$$

Le taux en grains blanchis de l'échantillon est :

$$\% \text{ blanchiment} = 100 - \% I$$

- Faire trois déterminations et noter leur moyenne

II) Taux de brisures

Un fort taux de brisure pourrait être synonyme de pertes significatives d'endosperme du grain dans les sons lors de l'usinage.

Cette détermination a été effectuée par tamisage à l'aide de 2 tamis standards d'ouverture de maille respective de 600 µm (tamis du dessus) et 425 µm (tamis du dessous). Le passant du tamis 600 µm est considéré comme de la « grosse brisure » tandis que le passant du tamis 425 µm représente la brisure fine.

- Nettoyer les tamis et fond réceptacle puis les tarer;
- Nettoyer (vannage, essuyage) l'échantillon au besoin ;
- Prélever un échantillon représentatif de 50g de grains usinés et verser dans le tamis de 600 µm superposé sur le second ;
- Tamiser l'échantillon, manuellement ou à l'aide d'un tamiseur mécanique, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de transfert de grains d'un tamis à un autre.
- Peser les fractions retenues par chaque tamis et celle passant au 425 µm.
- Calculer les proportions correspondantes.

Faire trois déterminations et considérer leur moyenne.

III) Humidité

Le niveau d'humidité du grain influe son comportement à l'usinage (facilité de l'opération, génération de brisures, etc.). Le protocole d'analyse reposant sur une norme AFNOR est décrit ci-dessous :

- Broyer la quantité nécessaire pour deux à trois répétitions.
- Peser les capsules pré séchées à l'étuve, qui serviront à recevoir le produit, à vide.
- Tarer ensuite ces capsules avec leur couvercle.
- Peser autour de 5 grammes du produit à tester.
- Noter le chiffre exact de la pesée réalisée (noter ce chiffre N=...).
- Mettre dans l'étuve à 130 °C pendant 2 heures, le couvercle de la capsule devant rester ouvert.
- Au bout de 2 heures récupérer la capsule, la fermer puis la mettre dans le dessiccateur (le vide ayant préalablement été réalisé durant 30 à 45 secondes).
- Laisser refroidir sous vide pendant 20 à 30 minutes.
- Peser la capsule avec son couvercle.

La différence entre le poids de départ et d'arrivée donne la quantité d'eau notée E.

Pour obtenir le pourcentage d'humidité on calcule :

$$\% \text{ humidité} = \frac{E}{N} \times 100$$

IV) Taux de Cendres

La différence entre le taux de cendres du grain cargo et celui du grain blanchi est un indicateur quantitatif du degré de blanchiment. En général, on observe pour les grains cargo de céréales vêtues des taux de cendres dépassant 1% et qui diminuent après le blanchiment. Le protocole utilisé se réfère également à une norme AFNOR.

- Broyer l'échantillon
- Allumer le four (jusqu'à 900°C)
- A 700°C, mettre les capsules en silice dans le four pendant 20 min
- Les laisser refroidir 30min sous vide (dans un dessiccateur en verre)
- Remarque : au moment de sortir les capsules en silice, les déposer sur une plaque en acier pour éviter le risque d'explosion !*
- Tarer les capsules en silice à vide
- Peser 5 g (ou 2.5 g selon le volume de la capsule) environ d'échantillon broyé
- Mettre les capsules dans le four, au bord tout d'abord, afin que les broyats prennent feu (avec l'oxygène). Les déposer dans l'ordre un certain ordre (les échantillons de fonio non blanchi sont mis au fond du four car ils resteront 3h, alors que les blanchis seulement 2h30)
- Sortir les capsules et les laisser refroidir à nouveau dans un dessiccateur en verre
- Peser les capsules et en déduire le poids de cendre de l'échantillon ainsi que la teneur en matière minérale. Exprimer par rapport à la matière sèche.

V) Test de Coloration

Il est effectué pour une appréciation, visuelle ou par analyse d'images, de la qualité d'usinage. Il utilise un colorant à base de bleu de méthylène-éosine dans l'alcool éthylique ou le méthanol. Après coloration, l'échantillon vire au rose, bleu-vert ou vert-marron, ou un mélange des trois couleurs selon son degré d'usinage.

Préparation du colorant Bleu de méthylène – éosine :

Bleu de méthylène	0.5 g
Eosine	0.5 g
Méthanol ou éthanol	100 ml

Agiter toute la nuit pour homogénéiser la solution ;
 Filtrer le colorant le lendemain car présence d'un dépôt au fond du flacon ;
 Diluer à 1/3 le colorant dans le méthanol (100 ml mélangé à 200 ml de méthanol).

Protocole de coloration des échantillons de fonio :

- Préparation préalable des solutions diluées de méthanol (ou d'éthanol) à : 75%, 50% et 25%
- Peser 0.5 g d'échantillon de fonio dans une coupelle
- Plonger l'échantillon dans la solution de méthanol pur 1 mn.
- Plonger cet échantillon dans le colorant pendant 1 mn
- Mettre successivement l'échantillon dans le méthanol 75%, le méthanol 50% et le méthanol 25% pendant 1 mn.
- Laver pendant 1 min. l'échantillon dans l'eau distillée
- Déposer la coupelle dans l'étuve à 70° pendant 10 min.

L'échantillon est prêt à être observé à la binoculaire et à subir l'analyse d'images.

Une échelle de constatation du degré de décortilage en fonction des variations de couleur peut être mise en place :

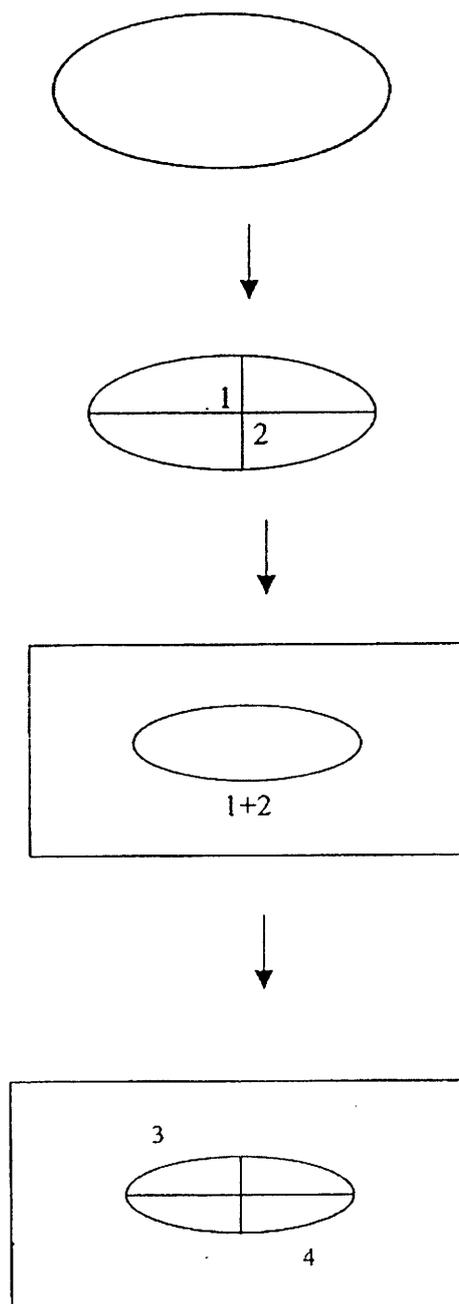
Valeur dans l'échelle	Degré de décortilage	Couleur
1	Blanchi	Rose
2	Assez bien blanchi	Rose
3	Moyennement blanchi	Mélange rose – bleue
4	Mal blanchi	Bleue –verte
5	Non blanchi	Verte- Marron

Echantillonnage représentatif

Constitution de l'échantillon

Afin d'obtenir un échantillon représentatif, nous procédons à la méthode des quartiles.

Cette méthode consiste à partager un gros échantillon de fonio étalé sur une feuille à l'aide d'une règle par exemple, en 4 parties. Deux des tas opposés diagonalement sont mélangés à nouveau et ce nouvel ensemble sera partagé de la même manière que précédemment. Et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on obtienne un sous-échantillon de quantité voulue.



Annexe n°4

Principes techniques de décorticage et de nettoyage

PRINCIPES DE DECORTICAGE /BLANCHIMENT DES GRAINS ET GRAINES

PRIN- CIPE	SOUS CRITERE	DESCRIPTION	EQUIPE- MENT	SOLUTIONS TECHNIQUES	PARAMETRES DE REGLAGE	REMARQUES ET APPLICATION POUR LE FONIO
Abrasion par le rotor	Abrasion par le rotor + grille	Mouvement relatif élément abrasif / grain + élimination déchets	- Cônes à blanchir - Blanchisseur - DMS 500	Elément abrasif cyl. ou conique continu + grille externe (frein)	Vitesse linéaire Espacement abrasif – grille Type d'abrasif Type de grille	Plutôt réservé aux opérations de finition Pb de perforation des grilles pour le fonio
	Abrasion par le rotor + auget	Mouvement relatif élément abrasif / grain	PRL, mini PRL, NUHULL	Elément abrasif cyl. continu ou discontinu (disques)	Vitesse linéaire Espacement abrasif – grille Type d'abrasif Disposition des élémen abrasifs	Décortique et blanchiment Fonctionnement continu ou batch Elément abrasifs disques ou meules
Abrasion par le stator	Abrasion + cisaille- ment	Abrasion entre deux abrasifs	Décortiqueur à meules	Meule tournante et meule dormante	idem	
	Abrasion + friction	Brassage du produit par un élément souple sur un abrasif fixe	Diakité Décortiqueur à sésame indien Décortiqueur COMIA-FAO Brevet Girgis	Pales souples montées sur axe vertical, abrasif dormant Battes en caout- chouc sur arbre hor. Cuve ou plateau abrasif	Vitesse linéaire Espacement abrasif – batte Type d'abrasif Forme et nature des battes	Fonctionnement en batch Usure des battes Fonctionnement en continu

PRINCIPES DE DECORTICAGE /BLANCHIMENT DES GRAINS ET GRAINES

PRIN- CIPE	SOUS CRITERE	DESCRIPTION	EQUIPE- MENT	SOLUTIONS TECHNIQUES	PARAMETRES DE REGLAGE	REMARQUES ET APPLICATION POSSIBLE POUR LE FONIO
Cisaillement	+ Adhérence	Cisaillement entre deux rouleaux adhérents	Décortiqueur à rouleaux	Rouleaux contre rotatifs à vitesses différentielles	Ecartement des rouleaux / pression Vitesses différentielles	Bien adapté pour graines vêtues Usure des rouleaux Réglage de l'écartement
	Mixte	Cisaillement	Décortiqueur à bande	Bande horz. et cylindre cannelé	Vitesses différentielles	Non approprié
	+ Blocage	Cisaillement entre arrêtes vives	Décortiqueur à cage à barreaux Décortiqueur néré	Rotor et stator avec génératrices vives Cisaillement entre deux plateaux munis arrêtes vives	Vitesse différentielle Ecartement Forme Vitesse différentielle Ecartement Forme	" "
Friction	+ Cisaillement	Mouvement relatif des grains sous pression	Engelberg Blanchisseur Sataké	Cylindre cannelé + frein Grille évacuation des impuretés	Vitesse Forme Ecartement	
			Décortiqueur à attrition	Brassage par des pales	"	
Percution		Projection par la force centrifuge du produit sur une plaque	Décortiqueur centrifuge		Vitesse de projection	Utilisé pour noix de palmiste, paddy Non approprié

PRINCIPES DE SEPARATION EN SEC DE GRAINS ET GRAINES

CRITERE	SOUS CRITERE	PRINCIPE	EQUIPEMENT	SOLUTIONS TECHNIQUES	PARAMETRES DE REGLAGE	REMARQUES et APPLICATION POSSIBLE au FONIO
Dimension	Epaisseur ou largeur	Passage des grains au travers de perforations	- Tarare - Trieur de laboratoire - Crible rotatif	Grille horizontale en mouvement alternatif ou plansichter tamis en rotation	- Dimensions et forme des perforations - Inclinaison de l'élément perforé - Caractérisation du mouvement	- Principe le plus courant - Risque de colmatage des petites perforations nécessaires pour le fonio - Difficulté de réalisation de petites perforations
	Longueur Largeur	Basculement d'un grain inséré dans une alvéole qui pivote par rapport à un axe	Trieur alvéolaire Cylindrique Trieur à disques alvéolaires	Cylindre horizontal rotatif et auget de récupération Série de disques vertical monté sur un axe horizontal	- Forme et dimension de l'alvéole - Position du bord de l'auget - Vitesse de rotation	- Non adapté pour les graines quasi-rondes telles que le fonio
Forme	Forme géométrique	Les graines rondes roulent et sont déviées	Séparateur à spirale - Colonne densimétrique - Nombreux séparateurs pneumatiques - Aspiration d'impuretés placée en amont systèmes de nettoyage	Spirales enroulées sur un axe vertical	Nombre de rampes	- Extrapolation pour petites graines ? - Débit limité - Pas de pièces en mouvement
Densité apparente	Flux d'air vertical	Entraînement différentiel des produits par un flux d'air		Flux d'air aspiré ou soufflé, ascendant ou horizontal	- Vitesse de l'air - Inclinaison du flux d'air - Répartition des graines et de l'air	S'applique à un très large éventail de graines. D'autant plus performant que l'écart de densité apparente est important
	Flux d'air oblique			Flux de grain en chute libre		
	Combinaison flux d'air et entraînement mécanique	Actions contraires du flux d'air et de l'entraînement mécanique	Table densimétrique	Combinaison d'un mouvement oblique d'air et d'une table vibrante	- Vitesse du flux d'air - Inclinaison de la table - Fréquence d'oscillation - Débit d'alimentation - Coefficient de frottement de la toile recouvrant la table.	Réglage délicat Equipement onéreux Application aux petites graines?

PRINCIPES DE SEPARATION EN SEC DE GRAINS ET GRAINES

CRITERE	SOUS CRITERE	PRINCIPE	EQUIPEMENT	SOLUTIONS TECHNIQUES	PARAMETRES DE REGLAGE	REMARQUES et APPLICATION POSSIBLE au FONIO
Densité + Forme		Combinaison de 2 principes	Tarare Caisson de MB	Combinaison d'un mouvement oblique d'air et d'un passage au travers d'une grille perforée oscillante	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse du flux d'air - Inclinaison de la table - Fréquence d'oscillation - Débit d'alimentation - Forme des ouvertures - Débit d'alimentation - Angle d'inclinaison - Vitesse du tapis - Coefficient de frottement du tapis 	Intéressant quand il existe une grande disparité de forme des produits à trier
Forme + Texture		Glissement des graines rondes ou lisses et Entraînement des graines plates	Séparateur « Draper » Séparateur à rouleaux de velours.	Tapis roulant incliné se déplaçant vers le haut. Deux cylindres contre rotatifs recouverts de velours.	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de rotation des cylindres - Angle de l'inclinaison - Espace entre le bouclier et les cylindres - Débit d'alimentation 	Principalement utilisé pour séparer les graines sphériques et lisses des graines rugueuses, plates ou allongées. Nécessité d'avoir une différence de coef de frottement entre le produits à séparer. Faible débit, machine de finissage.
Etat de surface		Effet magnétique sur une couche métallique adhérente	Trieur magnétique.	Pulvérisation d'une poudre métallique et effet d'un aimant retenant les graines enrobées de poudre métallique	<ul style="list-style-type: none"> - Adhérence de la poudre sur la graine - Débit d'alimentation 	Coûteux Pas applicable
Etat de surface densité		Utilisation propriétés de frottement / densité	Table densimétrique à chicanes	Oscillations alternées		Coûteux Pas applicable
Couleur		Détection photo-électrique et élimination par un jet d'air piloté.	Trieur colorimétrique		<ul style="list-style-type: none"> - Passage des graines une par une et commande d'un éjecteur d'air par photo-détecteur - Couleur des graines bonne / à éliminer - Débit d'alimentation 	Pas applicable au fonio.

Annexe n°5

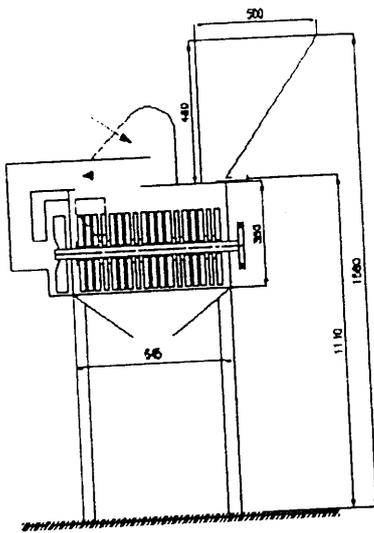
Description des décortiqueurs testés au Mali

Projet CFC/IGG -(FIGG/02)

Amélioration des technologies Post-récolte du FONIO

Les décortiqueurs Nuhull et RIIC

Descriptif



Système abrasif : meules \varnothing 250
(18 de 20 mm à Nanposséla et 9 de 38 mm à Moribila)

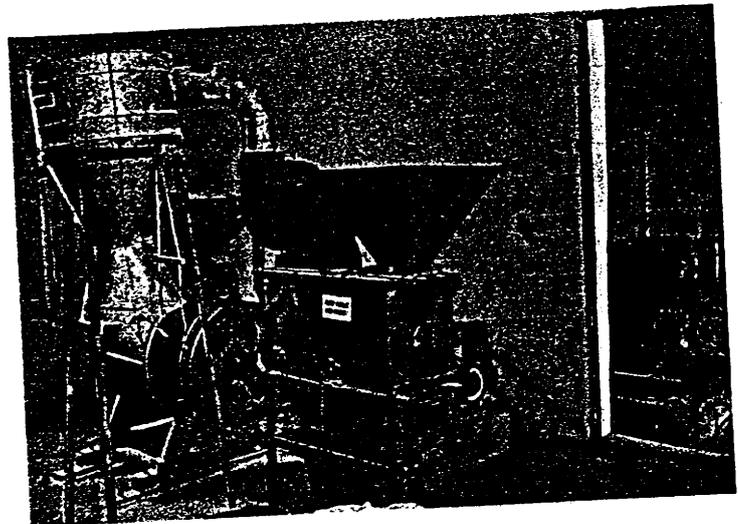
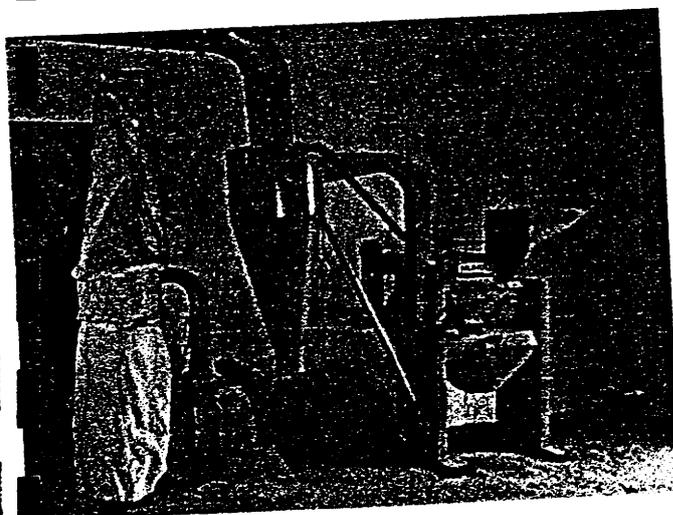
Axe 2000tr/mn

Chambre métallique : capacité utile 50l.

Ventilateur et Cyclone de récupération sous-produits

Entrainement poulies-courroies

Moteur thermique diesel 3 cylindres de 18,5 kW

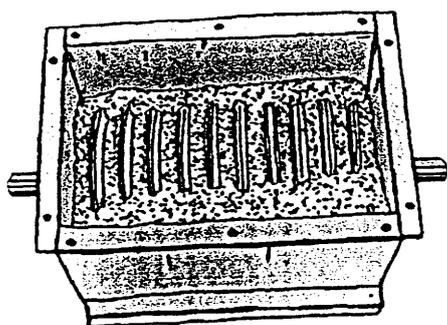


Projet CFC/IGG -(FIGG/02)

Amélioration des technologies Post-récolte du FONIO

Les décortiqueurs Mini-PRL

Descriptif



Principe de décortication

Système abrasif : disques \varnothing 230
(10 à l'IER et 11 chez DIALLO)

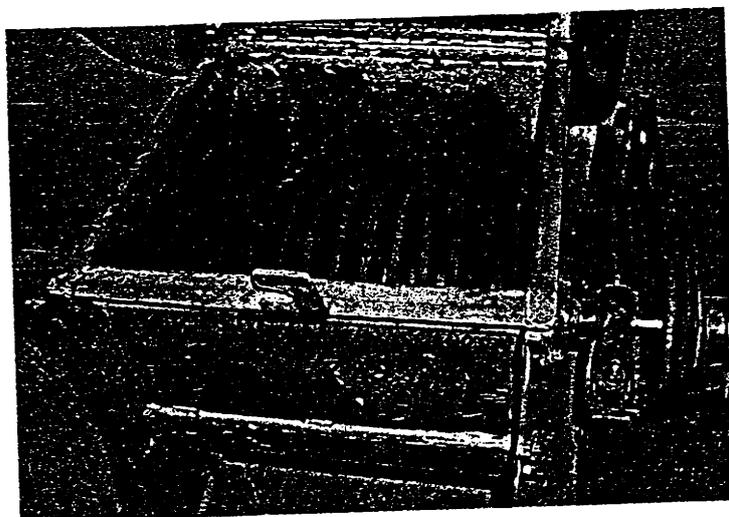
Axe rotation : 2000tr/mn (IER)
2900 tr/mn (DIALLO)

Chambre métallique : capacité utile 10 l.

Entrainement poulies-courroies

Moteur thermique diesel 1 cylindre (IER)
électrique 4 kW (DIALLO)

Pas de système de récupération sous-produits



Projet CFC/IGG -(FIGG/02)
Amélioration des technologies Post-récolte du FONIO

Le décortiqueur « Sanoussi »

Descriptif

Système : Palettes caoutchouc

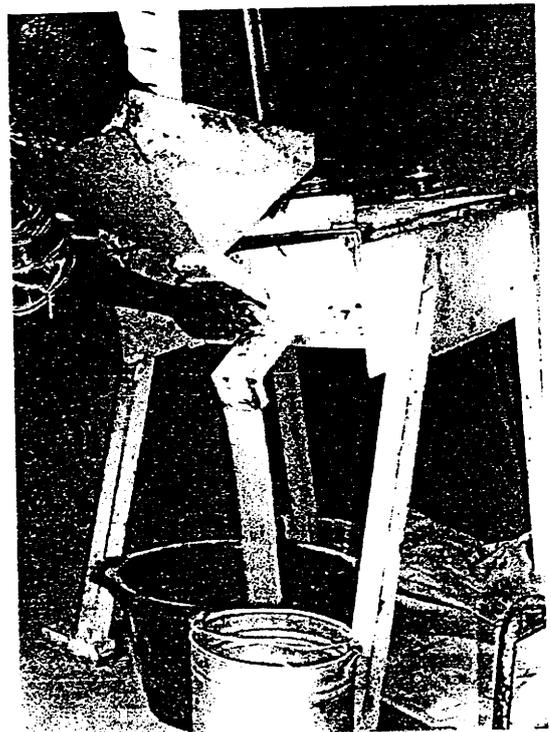
Chambre tronconique : fond en caoutchouc.

Axe rotation : vertical 1500tr/mn

Entrainement poulies-courroies

Moteur électrique 1,5 kW

Système d'aspiration des sous-produits



Annexe n°6

Pré-cahier des charges des équipements post-récolte

Cahier des charges : Objectifs de performances pour les opérations post-récolte

1) Battage motorisé

Débit ≥ 100 à 150 kg/h
Pertes (imbattus, etc..) $\leq 5\%$
Utilisateurs : groupements ou entrepreneurs de travaux agricoles

2) Nettoyage

Nettoyage au champ

Débit 100 à 200 kg/h (adaptation de matériel existant)
Impuretés dans grains nettoyés $\leq 3\%$
Pertes en grains dans les déchets $\leq 5\%$

Nettoyage chez le transformateur

Débit kg/h
Impuretés dans grains nettoyés $\leq ?\%$
Pertes en grains dans les déchets $\leq ?\%$

3) « Décorticage »

3.1. Décorticage-blanchiment

Débit : 60 à 100 kg/h
Rendement d'usinage : 65% à 70%
Grains non décortiqués $\leq 0,5\%$ (mesure à confirmer sur produit commercialisé)
Grains perdus dans les sons $\leq 2\%$
Impuretés dans les grains $\leq 2\%$

3.2. Blanchiment

Débit : 100 à 200 kg/h
Rendement blanchiment $\geq 90\%$
Grains non décortiqués $\leq 0,5\%$
Grains non blanchis $\leq 1\%$

4) Lavage -épierrage

Consommation d'eau : 5 à 10 l/kg (à préciser)
Teneur résiduelle en sable et en sons : (à préciser après mesures sur échantillons de produits commercialisés).
Débit : 50 kg/h
Temps de séjour des grains dans l'eau < 30 mn
Pertes de grains dans l'eau de lavage : limite à définir

5) Séchage

Séchage du fonio lavé égoutté ou précuit

Humidité finale : $\leq 10\%$ (wb)
Débit : 50 à 300 kg/j
Durée de séchage : < 4 à 5h
Qualité du produit obtenu :
- maintien des qualités organoleptiques (pas de brunissement, pas d'odeur anormale,...),
- bonne aptitude à la réhydratation (éviter les phénomènes de « croutage »),
- pas d'impuretés dans le produit
Fonctionnement adapté aux conditions hydrothermiques variables des différentes saisons

Annexe n°7

Essai - évaluation des équipements, liste des matériels

Opér.	IER Mali	IRAG Guinée	IRSAT Burkina
Battage	- Bamba tests en oct-nov - Votex idem	- Batteuse à pédale tests réalisés - Batteuse à manivelle idem - Batteuse à paille tenue chinois idem - Batteuse CONFAR (nouvel.) à tester - Essai battage manuel sur bêche pour avoir des données	- Batteuse IRSAT essais à poursuivre près modification de la ventilation - Batteuse à pédale à tester - Batteuse « des pères blancs » à connaître et à tester si intérêt patent
Nettoyage au champ chez le transfor- mateur	Vanneuse sans grille CMDT (Koutiala) à tester Nettoyeur de laboratoire (Triplette et Renaud) à tester Epierreur URPATA- ITA disponible dans quelques mois Nettoyeur ACDI à tester	- Nettoyeur Alvan Blanch tests réalisés, (à confirmer en même temps que batteuse) - Nettoyeur chinois sans grille à tester	Tarare chinois avec grille à tester - Colonne densimétrique à tester pour mesurer vitesse d'entraînement des grains de fonio - Cribleur existence à confirmer - Epierreur URPATA- ITA ¹ disponible dans quelques mois - Nettoyeur Dédougou abandon Essais en octobre novembre

¹ Epierreur que l'IRSAT et l'IER vont acquérir dans le cadre du programme ROCAFREMI

Décor- ficage	<ul style="list-style-type: none"> - Nuhull (CMDT) <i>testé non retenu</i> - RIIC (CMDT) <i>idem</i> - Mini PRL (labo IER) <i>idem</i> - Sanoussi <i>testé, intéressant pour blanchiment</i> essai à confirmer - mini-PRL Diallo <i>idem</i> - Déc. Engelberg IMAF à tester - Electra DMS 500 <i>abandon</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Déc. Galama avec nettoyeur <i>testé</i> - Déc. Comfar sans nettoyeu <i>testé</i> - Déc. « Lino » sans nettoyeur <i>testé</i> - Déc. Engelberg CCIEC sans nettoyeur à tester à Boké 	<ul style="list-style-type: none"> - Blanchisseur conique Sanogo <i>en test</i> - Décortiqueur Engelberg (? ? ?) - Electra DMS 500 <i>abandon</i>
Lavage	- Mesures faites par IER - CIRAD		
Séchage²	<ul style="list-style-type: none"> - Séchoir à gaz ATESTA - Séchoir solaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Bâche pour le séchage du paddy aux champs à tester - Séchoir APEK (Kindia) à tester - Séchoir coquillage 	<ul style="list-style-type: none"> - Séchoir à gaz Atesta (Bobo) <i>en cours</i> - Séchoir électrique (CTRAPA) à tester - Séchoir banco (IRSAT) " - Séchoir table (IRSAT) " - Séchoir tante " - Séchoir coquillage "
Cuisson	- Cuiseur GTZ Labé		

² Le CIRAD a deux principes de séchoirs à produits roulés, l'un a été testé, les essais de l'autre sont en cours

Terminologie

Etuvage Trempage du paddy puis passage à la vapeur : technique utilisée pour le riz mais pas pour le fonio

Grillage Chauffage par contact pour modifier les caractéristiques du produit. Opération réalisée sur :

- Paddy

- Blanchi non lavé

- Blanchi, lavé et séché

Torréfaction Grillage poussé

Pré cuisson Cuisson partielle à la vapeur sur produit humide

Protocole

Etre précis et complet dans le descriptif de la machine

Rappel sur la nécessaire prise en main et réglage préalable de la machine

Faire répétition uniquement quand les résultats sont proches des objectifs visés

Modification protocole Batteuse : modification du ratio grain / paille

Modification protocole Décortiqueur : ajouter son dans le grain et grain dans le son

Annexe n°8

Réunion annuelle de coordination n°2 à Labé (GUINEE)

MEMORANDUM

Projet CFC/IGG - (FIGG/02)

Amélioration des Technologies Post-récolte
du FONIO

CIRAD-IER-IRAG-IRSAT

Réunion annuelle de coordination du 29/5 au 2/6/2000
LABE (GUINEE)

MEMORANDUM

(Document de travail)

Préambule

L'importance du projet « Amélioration des Technologies post-récolte du fonio » a été rappelée par les différents partenaires, notamment pour la Guinée où le fonio représente la seconde culture céréalière après le riz mais également pour le Mali et le Burkina où il participe précisément à la diversification des ressources alimentaires et des revenus des producteurs.

La pertinence des objectifs du projet a également été soulignée. L'ensemble des activités conduites vise à la levée des principales contraintes limitant le développement du fonio et, globalement, à la réduction de son coût élevé à la consommation et à la diminution de la pénibilité des opérations de transformation qui restent encore essentiellement manuelles.

Déroulement du projet

Les résultats des différentes activités réalisées au cours de la première année ont été exposés et les principaux points suivants ont été abordés au cours des discussions qui ont suivi les présentations:

Act.2 : Inventaire des pratiques existantes

Actions :

IER : Rapport finalisé pour le 15 juillet 2000

IRAG : Rapport terminé

IRSAT : En cours de finalisation. Achèvement le 15 juin 2000.

Act 3. Catalogue des variétés

Actions :

IRAG (leader) : Dispose des échantillons de variétés collectés en Guinée et au Mali. La mise en place des collections est prévue à partir de juillet 2000.

IRSAT : Collecte des échantillons non réalisée

Contact à établir entre le Centre INERA de Farako-Ba et l'IRAG pour la collecte des échantillons

IER : En complément à la fourniture d'échantillons de variétés à l'IRAG, l'IER prévoit sur fonds propres la conduite d'observations sur le photopériodisme du fonio

Act 4 : Analyse des caractéristiques technologiques

Actions :

IER (leader) : le rapport d'étape de l'activité est disponible. Afin de cerner au mieux les caractéristiques technologiques du fonio, l'IER souhaite pouvoir analyser le plus grand nombre de variétés.

IRSAT : doit adresser à l'IER des échantillons de variétés (une vingtaine mais le nombre exact d'échantillons reste à préciser avec l'INERA farako-ba)

IRAG : Envoi prévu de 46 échantillons au Laboratoire de l'IER. Envoi au CIRAD de 6 échantillons

Act 5 : Recettes culinaires

Des actions plus complètes seraient souhaitées pour élargir les possibilités de commercialisation du produit

Actions :

IER : Activité poursuivie en 2000. Rapport prévu fin 2000

IRAG Rapport d'étape réalisé. Rapport final pour fin 2000

IRSAT : 16 recettes répertoriées. Rapport d'étape prévu fin juin 2000. La nécessité de développer cette activité sera soumise au gouverneur du CFC du Burkina-Faso

Act 6 Etude documentaire des principes techniques

Action:

CIRAD (Leader) Rapport d'activité prévu pour le 15 août 2000

Act 7: Essais – évaluation des équipements actuels

Actions :

Cette activité doit être poursuivie pour confirmer les résultats obtenus sur certains équipements et pour compléter la prospection sur les matériels utilisables en particulier pour les opérations de battage, nettoyage et séchage.

Rappel : nécessité d'envoi d'échantillons représentatifs à IER Bamako pour réaliser les analyses comparatives.

Au cours de la réunion, un pré cahier des charges a été élaboré et la liste des essais à poursuivre a été actualisée.

Une réunion de concertation est prévue en décembre 2000 pour tirer les conclusions des essais et pour arrêter le choix des matériels à améliorer et finaliser le cahier des charges correspondant. Toute activité de conception et de réalisation sur des équipements de transformation du fonio doit être réalisée en étroite collaboration avec les acteurs de la transformation des pays bénéficiaires.

Act 8 : Etude des systèmes de commercialisation

Le budget prévu pour cette activité n'a pas permis de conduire les études approfondies qui se révèlent nécessaires en raison de l'absence de données extérieures spécifiques escomptées lors de la formulation du projet.

Actions

IER : Le Coordinateur National consultera le responsable de l'étude pour définir la suite à donner aux travaux réalisés

IRAG : des compléments d'information à l'étude actuelle restent à apporter en matière de :

- connaissance des opérateurs
- connaissance des flux
- relevé des prix. l'activité sera poursuivie jusqu'en décembre 2000

IRSAT : rapport d'étape réalisé. La nécessité de développer cette activité sera soumise au gouverneur du CFC du Burkina-Faso.

Chaque pays enverra au Coordonnateur Général un devis détaillé avant le 15 juin 2000 pour l'élaboration d'une demande spéciale au CFC pour compléter cette activité

Act 9 : Etude de la consommation

Actions :

IER : Enquête statistique 500 ménages reste à traiter

IRAG : Enquête 500 ménages réalisée

IRSAT (leader) Enquête 500 ménages réalisée

Une réunion de concertation des quatre partenaires sera organisée dès que possible (juin 2000) à Ouagadougou pour harmoniser les questionnaires « 200 ménages » et le traitement des données ; l'IER utilisant un logiciel différent de celui de l'IRAG et de l'IRSAT (SPSS et WINSTAT).

Act 10 : Formations

a) Seule la formation de Mme Berthé (IER) sur les méthodes d'analyses technologiques au CIRAD (Montpellier) a été obtenue sur financement extérieur. Les stages sur financement extérieur de M Kergna (IER) et M. Seydoux (IRAG) sur les méthodes d'Etude de la Consommation n'ont pas été obtenus.

- b) La formation groupée en conception /essais d'équipements a été réalisée du 8 au 12 novembre 1999 à Ouagadougou avec l'appui du CIRAD. Rapport disponible.
- c) La formation en construction mécanique de M. LOUA (DNA-Guinée) a été réalisée au Burkina avec l'appui de l'IRSAT/DMA. Rapport disponible.
- d) La formation groupée sur le catalogage des variétés n'a pas encore été réalisée par l'IRAG. Sa programmation est prévue pour août ou septembre 2000 (la date doit être précisée par l'IRAG)

Activité 12,13 et 14

Le programme de travail de ces activités sera précisé lors de la réunion à prévoir en décembre 2000 dans le cadre de l'activité 7.

Activité 15 : Etude de nouveaux produits et de nouveaux conditionnements

Il apparaît pertinent de rapprocher et/ou fusionner les activités 15 et 5.

Le leadership du CIRAD sur cette activité pourra être rediscuté lors de la réunion prévue en juin 2000 dans le cadre de l'activité 9.

Activité 16 : Evaluation des marchés d'exportation

Les activités 16 et 8 sont apparues complémentaires. Un état des lieux des exportateurs actuels est néanmoins réalisable compte tenu de leur nombre limité.

Une demande spécifique pour appui à une participation à la foire de Hanovre (Allemagne) sera proposée au financement du projet. (utilisation d'économies ou d'imprévus)

Le Coordonnateur Général propose que la partie de l'étude concernant l'Europe soit conduite.

Observations générales :

- Après accord du CIRAD, le Coordonnateur Général fournira le budget des différents partenaires.
- La réunion demande au CIRAD de considérer la nécessité de formaliser un accord avec les Gouvernements des pays partenaires en vue de l'exemption des droits et taxes dans le cadre du projet.
- Chaque partenaire enverra au Coordonnateur Régional un récapitulatif détaillé des engagements de dépenses par activité pour le 15 juin 2000.
- Les rapports de fin d'activités seront commentés par les partenaires sous 15 jours après réception avec charge à l'auteur de finaliser le document dans le mois suivant.
- Le rapport annuel d'avancement des travaux sera adressé par les partenaires au Coordonnateur Régional avant le 15 juin 2000.
- Concernant les états de dépenses, les services comptables de partenaires sont invités à suivre les recommandations de la note remise en séance.
- Une information sur le montant des frais bancaires auxquels les virements du CIRAD sont assujettis dans les pays bénéficiaires sera adressée au Coordonnateur Général.
- La réunion recommande l'amélioration des relations de travail entre la Coordination Générale et les Gouverneurs des différents pays bénéficiaires et recommande que le Secrétariat du CFC informe les Gouverneurs des pays bénéficiaires du déroulement des activités du projet.

Réunion annuelle : La mission d'évaluation étant prévue en octobre/novembre 2001, la prochaine réunion annuelle de coordination de Bobo Dioulasso (Burkina) devrait se tenir pendant la deuxième quinzaine de septembre 2001.

- La participation des partenaires bénéficiaires a été recommandée toutefois le CFC a rappelé que seuls les partenaires prévus au document de projet sont pris en charge. La réunion recommande la prise en charge des Gouverneurs à la réunion. Le Représentant du CFC a rappelé qu'il ne s'associait pas à cette recommandation qui ne relève pas des prérogatives d'une réunion de coordination de projet.
- Les communications seront remises 1 mois avant la réunion au Coordonnateur Régional qui en assurera la diffusion auprès des Coordonnateurs Nationaux 15 jours avant la réunion.
- Les coordonnateurs se réuniront avant l'ouverture de la réunion pour en finaliser la préparation.
- Durée de la réunion : 4 jours incluant 1 jour de visite de terrain.

Annexe n°9
Publication (poster)

Amélioration des technologies post-récolte du fonio

Projet CFC/IGG (FIGG/02)



Jean-François CRUZ
 CIRAD, Mali (jean-francois.cruz@cirad.fr)
 Djibril DRAME
 IER, Mali (djibril.drame@ier.ml)
 Thierno DIALLO
 IRAG, Guinée (irag@mirinet.net.gn)
 Gouyali SON
 IRSAT, Burkina Faso (dm@fasonet.bf)
 Francis TROUDE
 CIRAD, TA 70/16, avenue Agropolis,
 34398 Montpellier cedex 5, France
 (francis.troude@cirad.fr)

Le fonio : regain d'intérêt pour une céréale séculaire



Epis de fonio.

Le fonio ne fait aujourd'hui l'objet que d'une transformation traditionnelle. Il est néanmoins commercialisé sur les marchés urbains ainsi que sur les marchés régionaux ou internationaux (Europe). Plusieurs petites entreprises se sont développées dans ce secteur, notamment au Mali et au Burkina Faso. Elles proposent du fonio précuit, prêt à être cuisiné, à destination des consommateurs urbains. Son prix reste cependant élevé du fait de la faible productivité des opérations de transformation, ce qui freine fortement son développement.

Le fonio (*Digitaria exilis*) est considéré comme la plus ancienne céréale indigène d'Afrique de l'Ouest. Sa production, qui a connu une forte diminution au cours des décennies 60 et 70, est en progression régulière depuis 1980 pour atteindre actuellement 220 000 t. Les rendements restent relativement constants, cet accroissement est essentiellement dû à l'extension des surfaces cultivées, qui couvrent près de 310 000 ha.

Le fonio, qui a longtemps été considéré comme une céréale marginale ou mineure, céréale de soudure ou céréale du pauvre, connaît un regain d'intérêt en zone urbaine en raison des qualités nutritionnelles et thérapeutiques que lui reconnaissent les consommateurs. Son développement permettrait de ne plus le limiter aux repas de fêtes ou de cérémonies diverses.

Un défi : mieux maîtriser la technologie pour accroître la qualité

Un projet portant sur l'amélioration des technologies post-récolte du fonio a été financé par le CFC (Common Fund for Commodities) pour une durée de 4 ans. Placé sous l'égide de l'IGG (International Group on Grains) et supervisé par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), ce projet régional associe les instituts de recherche nationaux du Mali (IER) de la Guinée (IRAG) et du Burkina Faso (IRSAT) ; le CIRAD en est l'agence d'exécution.

L'objectif global du projet est de stimuler la commercialisation et la consommation du fonio grâce à l'amélioration des techniques de transformation par les petites entreprises ou les groupements de femmes. Sont plus particulièrement recherchés :

- une diminution des coûts de transformation,
- une réduction de la pénibilité du travail,
- une amélioration de la qualité du produit fini,
- un accroissement de l'offre en produits transformés sur les marchés urbains et à l'exportation.

Les objectifs particuliers

- Amélioration des techniques post-récolte de battage et de nettoyage à l'échelle des producteurs.
- Développement de nouveaux équipements pour améliorer la productivité des opérations.
- Mise au point de techniques de transformation (décortiquage) visant à réduire la pénibilité du travail des femmes et à améliorer la qualité du produit.
- Diversification et valorisation des produits transformés.
- Accroissement des connaissances sur les systèmes post-récolte du fonio dans les principaux pays producteurs.

Les bénéficiaires du projet

- Les consommateurs urbains, qui pourront, à des prix moindres, se procurer plus facilement du fonio de meilleure qualité.
- Les petites entreprises agroalimentaires et les groupements de femmes en zones rurales et urbaines, qui assurent la transformation et la commercialisation du fonio.
- Les agriculteurs et les groupements de producteurs, qui, par un meilleur

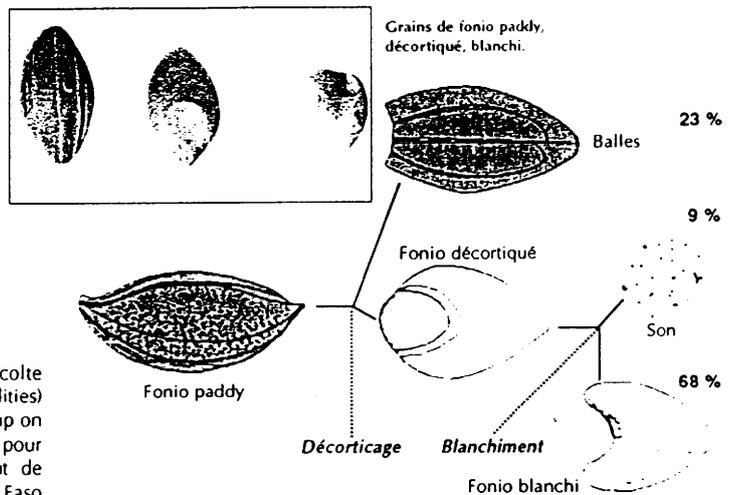


Diagramme de transformation du fonio.



Décortiquage mécanique du fonio.



Institut d'économie rurale
 Mali



Institut de recherche agronomique
 Guinée



Institut de recherche en sciences appliquées et technologie
 Burkina Faso



Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le

Annexe n°10

Liste des principales personnes impliquées dans le projet

Liste indicative¹

Mali

- IER Laboratoire de Technologie Alimentaire
- DRAME Djibril : Coordonnateur National
 - BERTHE Aïssata BENGALY : nutritionniste
- IER Economie des Filières
- KERGNA Alpha Oumar: agro-économiste
 - DEMBELE Kouroungo ; agro-économiste
- CMDT
- TRAORE Moussa. Formateur machiniste
- CIRAD
- CRUZ Jean-François : Coordonnateur Régional

Guinée

- IRAG
- DIALLO Thierno Alimou: Coordonnateur National
 - SOW Abdoulaye. sélectionneur
 - SACKO Souleymane : agro machiniste
 - CHALOUB Youness. responsable de l'équipe "recherche-système"
 - DIALLO Saïdou. sociologue
 - BARRY Baïlo. agro-pédologue
- DNA
- KOUYATE Souraghata Agro-mécanicien
 - LOUA Francis. Agro-mécanicien

Burkina

- IRSAT Division Mécanisation
- SON Gouyahali Coordonnateur National
 - KAMBOU Sié Mathieu. agro-mécanicien
 - TRAORE Zoumani agro-mécanicien
- IRSAT Division Technologie Alimentaire
- DIAWARA Bréhima . Directeur des Programmes de l'IRSAT
 - KOMKOBO-YAMEOGO Charlotte. sociologue,
 - KARIMOU Rachidi. économiste
- IRSAT Division Energie
- WEREME A. spécialiste séchage
- INERA
- DA Sansan. Chef programme Céréales Traditionnelles

France

- CIRAD/CA
- TROUDE Francis . Coordonnateur Principal
 - FLIEDEL Geneviève. technologue
- CIRAD/AMIS/GPE
- MEOT Jean-Michel. spécialiste séchage, Responsable de l'équipe
 - MAROUZE Claude. agro-mécanicien
 - THAUNAY Patrice . bureau d'études
- CIRAD/AMIS/SEA
- BRICAS Nicolas. Spécialiste études consommation. Responsable de l'équipe
 - NDIAYE Jean-Luc. géographe

¹ Liste non exhaustive étant données les nombreuses collaborations temporaires possibles



COMMON FUND FOR COMMODITIES
P.O.Box 74656
1070BR Amsterdam – The NETHERLANDS



FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION
of the UNITED NATIONS
Viale delle Terme di Caracalla
1-00100 Rome - ITALIE



INSTITUT D'ECONOMIE RURALE
B.P. 258 - Bamako – MALI

Laboratoire de Technologie Alimentaire
Coordonnateur National du projet: DRAME Djibril
Tél : (223) 24 18 29 ; Fax : (223) 22 37 75
Email : djibril.draine@ier.ml



INSTITUT DE RECHERCHE AGRONOMIQUE DE GUINEE
B.P. 576 - Conakry - GUINEE

Centre de Recherche Agronomique de Bareng
Coordonnateur National du projet : DIALLO Thierno
Tél : (224) 52 62 87 ; Fax : (224) 42 57 58
Email : irag@mirinet.net.gn



INSTITUT DE RECHERCHES EN SCIENCES APPLIQUEES
ET TECHNOLOGIES
BP 7047 – Ouagadougou – BURKINA FASO
Département Mécanisation
Coordonnateur National du projet: SON Gouyahali
Tél (226) 31 33 70 ; Fax (226) 31 53 21
Email : dm@fasonet.bf



CENTRE DE COOPERATION INTERNATIONALE EN
RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT
Coordonnateur Général du projet : TROUDE Francis
CIRAD, 34398 Montpellier Cedex 5 France (Email : francis.troude@cirad.fr)
Coordonnateur Régional du projet : CRUZ Jean-François
CIRAD/Mali BP 1813 Bamako Mali (Email : jean-francois.cruz@cirad.fr)