Projet CFC/IGG - (FIGG/02)

Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio

CIRAD-IER-IRAG-IRSAT

Equipements de battage du fonio

Rapport de synthèse

Souraghata KOUYATE
Patrice THAUNAY
Gouyahali SON
Djibril DRAME
Claude MAROUZE
Jean-François CRUZ

Juin 2004

Préambule

Cette synthèse a été réalisée dans le cadre du projet CFC/IGG – (FIGG/02) «Amélioration des technologies post-récolte du fonio» financé par le CFC (Common Fund for Commodities), institution financière intergouvernementale autonome établie dans le cadre des Nations Unies. Ce projet régional, supervisé par la FAO/IGG, associe les instituts de recherche nationaux du Mali (IER) de la Guinée (IRAG) et du Burkina Faso (IRSAT) et le Cirad qui en est l'agence d'exécution.

Cette synthèse est le fruit d'une collaboration étroite entre les équipes de recherche des différentes institutions concernées que les auteurs tiennent à remercier.

Mali

IER/Laboratoire de Technologie Alimentaire
- DRAME Djibril : Coordonnateur National
- Mme BORE Fanta GUINDO
- TANGARA Kola

CMDT
- TRAORE Moussa

Guinée

DNA
- KOUYATE Souraghata
- LOUA Josué Francis

IRAG
- DIALLO Thierno Alimou: Coordonnateur National
- SAKHO Souleymane

Burkina

IRSAT Division Mécanisation
- SON Gouyahali : Coordonnateur National
- ZANGRE Stéphane
- KAMBOU Sie Mathieu
- KONATE Abdoulaye
- KABORE Abdoulaye
- DJIBOUGOU Boukary

France

CIRAD/AMIS/GPE
- THAUNAY Patrice
- MAROUZE Claude

CIRAD/CA
- CRUZ Jean-François : Coordonnateur Général

SOMMAIRE

Pages

Préambule

I. Introduction 2

II. Matériels et méthodes 2

1. Bibliographie rapide et choix d'un principe de battage 2

2. Cahier des charges 4

3. Batteuses identifiées 4

3.1. En Guinée 4
3.2. Au Mali, la batteuse BAMBA 5
3.3. Au Sénégal, la batteuse ASSI 5
3.4. Au Burkina Faso, batteuse IRSAT dérivée de l'ASSI 6
3.5. Autres batteuses identifiées 7

4. Conclusion sur le choix des batteuses 7

III. Test de présélection des équipements identifiés 8

1. Tests réalisés en Guinée 8
2. Test de la batteuse Bamba réalisée au Mali 8
3. Batteuse IRSAT testée au Burkina Faso 9
4. Batteuse ASSI 10

4.1. Essais préliminaires 10
4.2. Essai en milieu contrôlé 10

5. Modifications effectuées sur la batteuse ASSI pour l'adapter au fonio 11

6. Conclusion 11

IV. Essais des batteuses en milieu réel 12

1. Batteuse ASSI testée en Guinée 12

1.1. Essais préalables 12
1.2. Première campagne d'essais au stade pilote 12
1.3. Deuxième campagne d'essai au stade pilote 12
1.4. Evaluation économique du coût de battage 13

2. Batteuse IRSAT testée au Burkina Faso 13

3. Synthèse sur les essais de batteuses au stade pilote 14

V. Conclusion 15

Références

I. Introduction

Le fonio est une céréale à paille. Après la coupe, les gerbes de fonio sont dressées sur le champ ou couchées à même le sol en attendant d'être ramassées pour la mise en meule. Les aires de battage sont généralement en terre. Dans certains cas comme en Guinée, les gerbes de fonio sont souvent stockées sous abri avant le battage. Le battage est généralement réalisé aux bâtons, par foulage ou piétinement ou même par dépiquage à l'aide d'un tracteur ou d'un véhicule. Durant toutes ces opérations : coupe, dépôt des gerbes au champ, pré stockage sur l'aire de battage, battage, ramassage des grains sur l'aire de battage, le fonio peut être l'objet de pollution par des impuretés ou matières étrangères diverses (sables, terre, cailloux, menues pailles, etc.…). Après le battage, un pré-nettoyage est réalisé pour enlever les grosses impuretés, notamment les pailles. Ce pré-nettoyage est suivi d'un vannage manuel réalisé par les femmes. Cependant ce nettoyage n'élimine qu'une partie des menues pailles et des poussières, car l'opération n'est généralement effectuée qu'une seule fois.

Le battage-nettoyage manuel est une activité très pénible qui exige beaucoup de temps de travail et de main d'oeuvre. Cette activité nécessite, pour un hectare de production, une main d'œuvre active de 20 personnes durant une demi-journée de travail. Les charges induites, dans le cas de la mobilisation de la main d'œuvre par entraide, sont estimées à environ 25 000 à 30 000 FCFA/ha; ce coût n'intégrant pas les frais de main d'œuvre rendue par les personnes assurant les travaux d'entraide. Ceci se réalise toujours au détriment du temps passé sur l'exploitation car ces travaux sont réalisés durant la campagne de récolte.

Le délai entre la récolte et le battage qui est souvent relativement long à cause du manque de main d'œuvre et de temps, peut engendrer des pertes après récolte et affecter la qualité du grain en raison des conditions de stockage des gerbes en meules.

Cette situation a justifié la prise en compte de la mécanisation du battage comme priorité dans les opérations abordées dans le cadre du projet « Amélioration des technologies Post-récolte du Fonio ».

La démarche de travail a consisté :

- à faire l'inventaire des équipements susceptibles d'assurer le battage mécanique du fonio ;
- au choix des équipements disponibles et aux tests des équipements susceptibles d'être adaptés au battage du fonio ;
- à l'amélioration et essais complémentaires des équipements retenus ;
- à la validation au stade pilote c'est-à-dire en milieu réel des équipements ayant satisfaits aux essais en milieu contrôlé.

II. Matériels et méthodes

1. Bibliographie rapide et choix d'un principe de battage

La revue bibliographique a été réalisée en début de projet[1]. Pour les batteuses utilisées pour les céréales tropicales, deux types de batteuses sont disponibles :

- les batteuses d'épis (maïs, mil chandelle) ou de panicules (sorgho) type batteuse Bamba ou autres batteuses à maïs,
- les batteuses de céréales à pailles (riz, blé, etc.)

[1] Marouzé, C., 2000. Projet Fonio CFC/ICG - (FIGG/02) Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. Etude des équipements existant susceptibles d'être appliqués à la transformation du Fonio, Activité n° 6, Inventaire des principes de décorticage-blanchiment, de séparation et de battage. Montpellier, CIRAD-AMIS n° 58/2000.

Les batteuses d'épis sont conçues pour des ratios grain/pailles élevés d'où certains choix techniques de construction tels que battage avec des ***battes***, un petit diamètre de rotor, un dispositif simplifié de transfert axial de produit, des formes spécifiques d'entrées et de sortie de produits, une table de nettoyage simplifiée.

Dans les batteuses de céréales à pailles, la présence de pailles conduit à des choix techniques spécifiques : batteur à ***doigts*** (ou dents) pour assurer l'entraînement des pailles, batteur de grand diamètre pour éviter l'enroulement des pailles, entrée et sortie de produits tangentielles au mouvement du batteur pour faciliter le mouvement des pailles, dispositif de transfert axial pour assurer le mouvement hélicoïdal des pailles, caisson de nettoyage à doubles grilles dont le mouvement est ample et permet de soulever les pailles pour assurer leur déplacement sur les grilles. Le fonio ayant un ratio grain/pailles faible (du même ordre de grandeur que celui du riz), **le battage du fonio doit être réalisé avec une batteuse de type céréales à pailles**.

Il existe des batteuses :

- à flux transversal, les pailles parcourent rapidement un certain secteur du batteur entre 100 et 180 ° et il est nécessaire d'avoir un deuxième organe (les secoueurs) pour finir la séparation des grains et les pailles,
- à flux axial c'est-à-dire que le déplacement des pailles se fait en hélice autour du batteur, cette disposition ne nécessite par d'organe supplémentaire de séparation.

La plus diffusée des batteuses à flux axial est la batteuse IRRI[2] mise au point dans les années 70-80 pour le battage du riz en Asie. Elle a d'abord été reprise au Sénégal selon une version appelée ASSI[3] pour le battage du riz. Ce modèle a lui-même été transformé en version ASI (fabrication par les artisans au Sénégal), ACIER (au Mali), IRSAT (au Burkina Faso). Les batteuses de type IRRI sont présentées avec ou sans système de nettoyage. L'absence de dispositif de nettoyage simplifie fortement la machine et réduit le coût de fabrication mais nécessite un nettoyage manuel des grains.

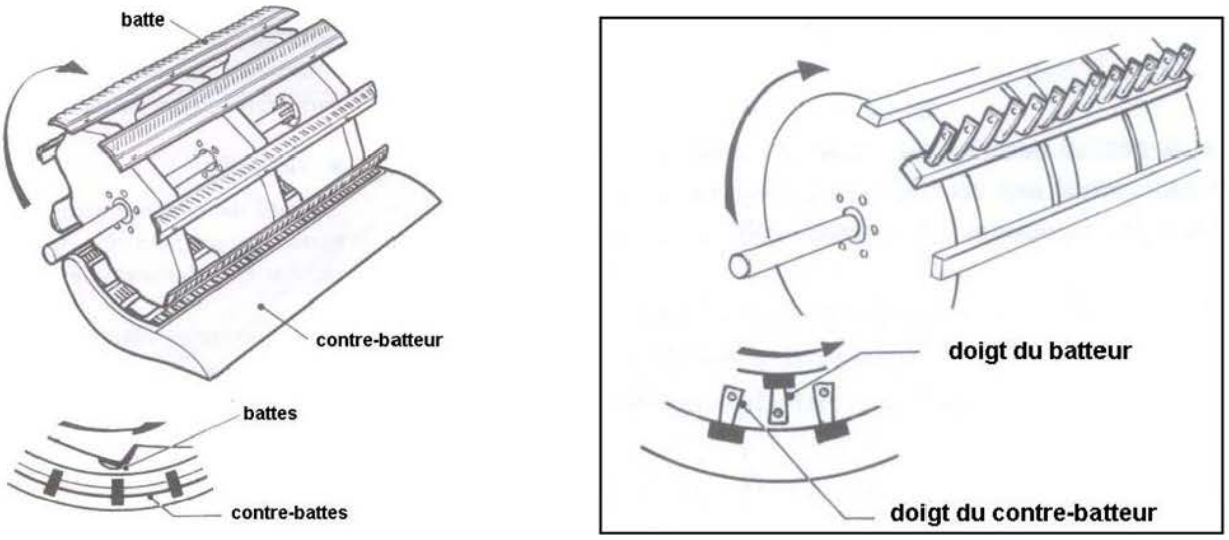


Fig. 1. Batteur à battes et batteur à doigts (d'après Cemagref)

[2] International Rice Research Institue, Los banos, Philippines

[3] ASSI : Association des partenaires **A**drao (Association pour le Développement de l'Agriculture en Afrique de l'ouest), **S**aed (Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du Fleuve Sénégal), **S**ismar (Société Industrielle Sénégalaise de Matériel Agricole) et **I**SRA (Institut Sénégalais de Recherche Agricole)

2. Cahier des charges

Un cahier des charges fonctionnel de la batteuse à fonio a été établi en début de projet. Il est présenté en annexe 1.

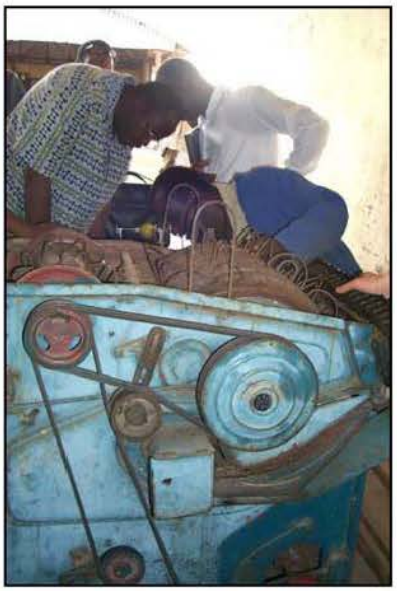
3. Batteuses identifiées

Les équipements identifiés par les partenaires du projet sont les suivants :

3.1. En Guinée

3 types de machines identifiées dont 2 machines manuelles et une batteuse motorisée:

- batteuse manuelle « à manivelle ». Il s'agit d'un prototype conçu par le GALAMA[4] constitué d'une barre sur laquelle est fixée une série de tiges métalliques formant un battoir. Ce battoir est relevé au moyen d'une manivelle puis retombe régulièrement sur la gerbe de fonio placée en dessous.
- 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'actionner le tambour par un système pignons-chaine. L'opérateur présente les gerbes au batteur de manière à ce que les boucles séparent les grains des tiges (battage à paille tenue)
- 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.



Clichés: J.F. CRUZ (Cirad)

«Battoir à manivelle» «Batteuse à boucles» à pédale Batteuse motorisée

Fig. 2. Batteuses identifiées en Guinée

[4] Groupement des Artisans de Labé pour la Mécanisation Agricole

3.2. Au Mali, la batteuse BAMBA

La batteuse «Bamba» est habituellement utilisée pour le battage du maïs, du mil ou du sorgho. Cette machine est constituée d'une trémie d'alimentation d'un rotor portant des battes et d'une grille contre batteur. Le constructeur de cette machine propose un kit pour transformer cette machine en batteuse de céréales à paille. Cette batteuse a été adaptée localement pour le battage du fonio avec le montage de doigts sur les battes et le changement des grilles.

Cliché D.DRAME (IER)

Cliché: J.F. CRUZ (Cirad)

Fig. 3. Batteuse Bamba modifiée

3.3. Au Sénégal, la batteuse ASSI

La batteuse ASSI est une batteuse de type IRRI, fabriquée au Sénégal par SISMAR. Elle a été développée pour le battage du riz dans la vallée du fleuve Sénégal.

Comme toutes les batteuses de type TH8, cette machine comporte deux parties :

- un dispositif de battage de type batteur à doigt axial ;
- un dispositif de nettoyage de grain.

L'ensemble est porté par un châssis généralement monté sur un essieu de type charrette à traction animale et un moteur thermique diesel assure la mise en mouvement de l'ensemble des organes par un jeu de courroies et de poulies.

:Cliché: P. THAUNAY (Cirad)

Fig. 4. Batteuse ASSI

Le dispositif de battage comporte un batteur de type batteur axial à doigts avec en partie inférieure, un contre batteur et en partie supérieure, un capot équipé de plats inclinés en hélice. A l'avant du batteur, une table de préparation permet de poser les gerbes et un opérateur introduit le produit dans l'entrée du batteur. Les pailles happées par le batteur, sont entraînées dans un mouvement hélicoïdal autour de celui-ci par la double action des doigts et des plats du capot qui les transfèrent axialement. A l'autre extrémité du batteur, un lanceur les projette à quelques mètres de la machine. Les grains et menues pailles traversent le batteur et rejoignent la table de nettoyage.

Le système de nettoyage comprend un ventilateur placé sous la table de préparation des gerbes et un caisson de nettoyage à mouvements alternatifs. Le débit d'admission de l'air est réglé par d'ouïes réglables et la direction du flux d'air à la sortie du ventilateur peut être dirigée à l'avant ou l'arrière des grilles. Les grilles sont doubles, une grille supérieure qui est chargée d'éliminer les plus grosses pailles et une grille inférieure. Les grains rejoignent une vis sans fin qui les transfère sur un côté du caisson de nettoyage. Les pailles et impuretés légères sont projetées à l'arrière de la batteuse.

3.4. Au Burkina Faso, batteuse IRSAT dérivée de l'ASSI

En 1999, l'INERA[5] et l'IRSAT[6] en collaboration avec l'ADRAO[7] ont introduit la batteuse ASSI dans le cadre de la mécanisation du battage du riz. Cette batteuse est une adaptation de la batteuse développée par l'IRRI. Son introduction a été faite avec une fabrication à Bobo-Dioulasso par le Département Mécanisation avec l'assistance technique de l'ADRAO. Le fonio ayant un ratio grain/pailles faible et proche de ce lui du riz, cet équipement a été retenu pour les tests de battage du fonio.

:Cliché: P. THAUNAY (Cirad)

Fig. 5. Batteuse IRSAT

Par rapport à la batteuse ASSI, les principales modification ont été les suivantes : réduction de la largeur du caisson batteur-nettoyage et suppression de la vis sans fin. Cet équipement a été retenu après adaptation des grilles de maille de 2 mm, au lieu d'une grille à maille carrée de 6 mm.

[5] Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agronomique
[6] Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies
[7] Association pour le Développement de l'Agriculture en Afrique de l'ouest

3.5. Autres batteuses identifiées

Ces machines ont été identifiées durant le projet.

:Cliché: C. MAROUZE (Cirad)

Fig. 6. Batteuse ACIER

La batteuse ACIER de type IRRI est fabriquée au Mali et utilisée pour le battage du riz à l'Office du Niger. C'est une machine ASSI élargie pour augmenter sa capacité de travail. Elle n'a pas été retenue pour les essais car elle a été considérée par les partenaires du Projet comme une machine de trop forte capacité pour le battage du fonio.

Les batteuses Votex sont de batteuses à riz diffusées depuis deux décennies dans la région et fabriquées au Mali par plusieurs ateliers dans la région de Niono. Cette machine n'assurant pas le nettoyage des grains, les partenaires du projet n'ont pas souhaité l'expérimenter en considérant que la mécanisation du nettoyage est au moins aussi importante que la mécanisation du battage proprement dit (séparation des grains des pailles).

Deux autres machines de type IRRI mais ne comportant pas de dispositif de nettoyage de grain ont été identifiées (l'une fabriquée par un artisan en Guinée, l'autre introduite par un projet au Mali). Elles n'ont pas été testées pour les mêmes raisons que précédemment.

4. Conclusion sur le choix des batteuses

Dès le début du Projet, les batteuses disponibles dans les pays partenaires ont été testées (3 en Guinée, 1 au Mali et 1 au Burkina). Compte tenu des résultats assez décevants de ces machines, le Projet a introduit en Guinée courant 2001, la batteuse ASSI fabriquée au Sénégal car ce type de machine est a priori le plus approprié pour le battage du fonio. Par ailleurs, le besoin en matériel de battage est le plus fort en Guinée compte tenu des surfaces emblavées en fonio.

III. Test de présélection des équipements identifiés

1. Tests réalisés en Guinée

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 Djalon : *Bolefondé*, *Siragué* et *Kenselen*

Les principaux résultats obtenus sont donnés dans le tableau 1 suivant :

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 batteuses testées en Guinée ont donné les résultats suivants :

- les débits sont très faibles (4 à 15 kg/h) par rapport aux exigences du cahier de charges fonctionnel,
- les taux d'imbattus sont élevés et nécessitent des reprises de battage, soit manuellement ou mécaniquement,
- les pertes de grains sont importantes.

Face aux exigences du cahier des charges, les faibles performances des machines ont conduit les expérimentateurs à ne pas retenir ces équipements pour les phases suivantes du projet.

2. Test de la batteuse Bamba réalisée au Mali

Pour les besoins des tests d'aptitudes au battage du fonio, cet équipement a été spécialement modifié pour le battage du fonio (modification du batteur et des grilles de nettoyage).

Après une première campagne d'essais réalisée en 2000, la batteuse Bamba a été à nouveau modifiée en 2001. Les principales modifications ont porté sur la disposition des doigts sur les lames de battage et sur l'amélioration du système de nettoyage : adjonction d'un tamis « bassitèmè » (ouverture de maille de 2 mm environ) sur la grille d'origine prévue pour le nettoyage du mil (4 mm d'ouverture) et à la sortie des grains battus. Les essais ont été réalisés en février 2002[8].

Cliché : IER

Fig. 7. Essais de la batteuse Bamba au Mali

[8] Dramé D., Cruz J.F, Diallo T.A., Son G., 2002. Rapport Annuel des activités (juillet 2001 à juin 2002) n°6/02 Projet CFC/IGG - (FIGG/02): Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Bamako. Mali. Septembre 2002. 29 p + annexes

La matière première était constituée de gerbes de quatre variétés de fonio récoltées et stockées au champ d'octobre 2001 à février 2002. Elle était très éloignée des conditions normales dans lesquelles s'effectue habituellement le battage. Pour les deux variétés : kenselen et siraguè (gerbes à 2,7% d'humidité et ratio grain/paille de 10,3 et de 13,5 respectivement), les meilleurs résultats obtenus sont les suivants:

- Pas de grains imbattus ;
- Débits instantanés de battage de 22 à 44 kg/h, valeurs très faibles par rapport à celle qui est exigée par le cahier des charges (150 kg/h) ;
- Présence d'impuretés dans les grains battus (2,5 à 3,7%, en comparaison des 7 à 15% obtenus lors des essais réalisés en 2001) ;
- Peu de pertes de grains dans la paille ou par ventilation (0,9 à 1% du poids des produits projetés) ;
- Consommation horaire en gasoil de 0,82 litres ;
- Coût par kilogramme de grains battus 10 à 22 FCFA.

Ces résultats peu encourageants obtenus avec ce matériel comparativement aux batteuses de type IRRI ont entraîné l'arrêt des investigations.

3. Batteuse IRSAT testée au Burkina Faso

Les premiers tests avaient été menés avec du fonio stocké plus de deux semaines et fortement égrené en raison du transport depuis la station de Farako-bâ jusqu'à Bobo-Dioulasso. Les débits en grains avaient varié de 50 et 72 kg/h. Les imbattus étaient faibles mais la proportion des menues pailles dans le grain propre était relativement importante. Ces premiers tests avaient permis de conclure à la nécessité, pour le battage du fonio, d'une meilleure adaptation de la batteuse destinée initialement au battage du riz.

Cliché : F. TROUDE (CIRAD)

Fig. 8. Essais de la batteuse IRSAT

En octobre 2002, de nouveaux essais ont été réalisés par l'IRSAT, avec l'appui technique du Cirad, dans les villages de *Kourinion* et de *Mina* prés de *Orodara* dans la province de *Kénédougou*. La machine a été équipée d'un moteur diesel neuf de 9,7 kW. Après modifications et réglages du système de battage (éjecteur de pailles, réglage des doigts du batteur) et transformation des grilles de nettoyage, la machine a permis de battre correctement à un débit de 87 kg/h à 112 kg/h. Le taux d'imbattus qui au départ était de 3.3 à 4.3 % a été diminué à 1.6%.

Le tableau 2 suivant récapitule les 2 meilleurs résultats obtenus lors des essais de battage

Essais	**U**	**Essai 3**	**Essai 4**
Ratio grain/paille	%		40 %
Débit de la batteuse	kg/h	87	112
Impuretés dans le grain battu	%		4.8
Grains libres dans les pailles	%		6.6
Grains imbattus	%		1.6
Grains au sol	%		5.9

Bien que réalisés en milieu réel, ces essais sont considérés comme des essais de mise au point car ils n'ont porté que sur de faibles quantités de fonio (88 kg de gerbes) et un temps de travail très court.

4. Batteuse ASSI

4.1. Essais préliminaires

Les essais préliminaires ont été réalisés au centre Galama de Labé en juin 2001. Ils ont consisté en une prise en main de la batteuse et ont montré que la machine est apte pour le battage du fonio mais que le pourcentage d'impuretés dans le grain battu est élevé ce qui nécessite des adaptations du dispositif de nettoyage[9].

4.2. Essai en milieu contrôlé

Les essais en milieu contrôlé de cette batteuse ont eu lieu au centre GALAMA de Labé en décembre 2001 en collaboration avec le Cirad et l'IRSAT. Ces essais ont permis d'identifier les réglages nécessaires ainsi que les adaptations à faire pour assurer le battage du fonio (réglage de la répartition des ouies pour l'admission d'air, changement des poulies et courroies pour la variation de vitesse de rotation des arbres et changement des grilles). Après modification et réglage de la machine, les essais ont permis d'obtenir un débit en grains voisin de 300 kg/h sur environ 1000 kg de gerbes. La répartition du produit aux différentes sorties de la batteuse est la suivante :

Sortie grains:	sortie grains propres :	86,0%
	sortie secondaire :	0,8%
Sortie pailles:	grains libres	5,2%
	imbattus	6,7%
Sortie menues pailles	grains libres	0,2%
Pertes au sol	grains	1,1%

	Total	100,0%

[9] Loua F., Kouyaté S., Sakho S. Diallo T.A. 2001. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. Rapport d'étape Activité n° 14 : Essai des matériels au stade pilote - Décortiqueur CCIEC petit modèle et Batteuse ASSI. IRAG. Bareng. Guinée. 19 p.

Cliché: J. F. CRUZ (Cirad)

Fig. 9. Essais de la batteuse ASSI en Guinée

Les principales observations issues de ces essais sont :

- ✓ la variété du fonio et l'état de la récolte (degré de maturité et humidité de l'échantillon) influent sur les résultats du battage ;
- ✓ la machine bien que tractable paraît encombrante pour un déplacement aisé dans certaines zones de production du fonio. Les conditions de déplacement en prestation de service devront donc être étudiées.

5. Modifications effectuées sur la batteuse ASSI pour l'adapter au fonio

Il n'y a pas de modifications fondamentales de la structure de la machine mais uniquement des adaptations :

- Changement de la poulie du ventilateur pour réduire la vitesse du ventilateur, remplacement d'une poulie de 100 mm par une poulie de 125 mm, avec montage d'un tendeur pour assurer la tension de la courroie ;
- Réglage de la distance entre les doigts et le contre batteur passé de 10 à 8 mm ;
- Réduction de la longueur de la bielle du sasseur ;
- Adaptation de la barre de traction pour permettre le remorquage de la batteuse par un véhicule (pour faciliter les essais au stade pilote) ;
- Modifications du système de nettoyage :
  - Grille supérieure : tôle perforée de diamètre 2 mm, grille rallongée de 450 mm pour dépasser le volet mobile avec une marche assurant une petite chute des produits au passage de la grille principale sur la rallonge,
  - Grille inférieure montage sous le déflecteur inférieur d'un treillis de 1 mm.

6. Conclusion

Suite aux tests de présélection des différents équipements de battage identifiés, seules deux machines ont été retenues pour la réalisation d'essais au stade pilote : la batteuse ASSI en Guinée et la batteuse IRSAT au Burkina Faso.

IV. Essais des batteuses en milieu réel

1. Batteuse ASSI testée en Guinée

1.1. Essais préalables

Après les modifications réalisées sur la batteuse ASSI, une nouvelle série d'essais a été menée au centre GALAMA de Labé en avril 2002. A cet effet, la batteuse ASSI a été équipée d'un moteur thermique diesel de 10,3 kW (à 2000 tr/min). Les principaux résultats obtenus sont :

- ✓ Débit de la batteuse : débit moyen de 256 kg/h (de 118 à 351 kg/h) ;
- ✓ Sortie menue paille : en moyenne 1,44 % de grains récupérés à la sortie menue paille par rapport aux grains propres récupérés à la sortie principale ;
- ✓ Impuretés dans les grains nettoyés : moyenne de 0,93 % (variation de 0,24 à 1,68 %) ;
- ✓ Imbattus: en moyenne 3,33 % de grains imbattus par rapport à la "paille+imbattus".

1.2. Première campagne d'essais au stade pilote

Les essais ont été menés en 2002/2003 dans la région du Fouta Djalon, dans le village de Séghèn. Les débits obtenus après le battage de 1,4 T varient de 207 kg/h à 347 kg/h avec un débit moyen de 286 kg/h (supérieur au débit obtenu en milieu contrôlé). La qualité de battage a été très appréciée par les agriculteurs.

Ces essais ont permis à l'équipe de recherche d'assurer la formation de trois opérateurs. Ces trois opérateurs ont ensuite réalisé l'ensemble des essais au stade pilote, l'équipe de recherche ne venant que de temps en temps pour s'assurer du bon déroulement des essais.

Les essais au stade pilote ont eu lieu jusqu'à la mi-mars 2003 dans différents villages des sous-préfectures de Garambé et de Hafia près de Labé. **Un total de près de 30 tonnes de grains a été battu au cours de cette période à un débit moyen variant entre 250 kg/h et 300 kg/h[10].** La qualité du battage a été reconnue comme satisfaisante par les producteurs de fonio (pas d'imbattus et bonne propreté du fonio obtenu).

Après discussion avec les producteurs, le coût de la prestation a été fixé à 1500 FG par sac de 45 kg de fonio battu (ou 3,5 kg de fonio paddy si les paysans payent en nature) soit environ 33,3 FG/kg. La recette des prestations sert pour 1/3 au salaire des opérateurs, pour 1/3 aux frais de déplacement de la machine et pour 1/3 à l'entretien et aux réparations de la batteuse. A titre de comparaison, le coût du battage manuel est habituellement de 10 % de la récolte (soit environ 40 FG/kg), plus le repas qui doit être servi aux opérateurs. Enfin, il est à noter que les pertes au cours du battage manuel sont un peu plus élevées qu'en battage motorisé.

1.3. Deuxième campagne d'essai au stade pilote

Pour la campagne 2003/2004, la machine a traité plusieurs dizaines de tonnes de fonio dans trois localités à savoir Bantighel, Tyoppel, et Dara Labé pour un total de 73 producteurs dans les mêmes conditions que lors de la campagne 2002/2003

Les débits observés ont été les suivants :

- 243 kg/h à Bantighel pour 18 T de fonio battu,
- 280 kg/h à Tyoppel pour 22 T de fonio battu,
- 330 kg/h à Dara Labé pour 17 T de fonio battu.

---

[10] Cruz J.F., Dramé D., Diallo T., Son G. 2004. Rapport Annuel des activités (juillet 2002 à décembre 2003) n°8/04. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Montpellier. France. Janvier 2004. 38 p

1.4. Evaluation économique du coût de battage

Pour évaluer le coût du battage motorisé, une simulation a été réalisée en prenant l'hypothèse d'un tonnage de 91 T de fonio battu par an durant une campagne de 90 jours de fonctionnement (environ 300 h/an). Elle conduit à un coût de battage de 14,7 FCFA par kg de fonio battu. La feuille d'évaluation du coût de battage du fonio est présentée en annexe 2.

Suite aux bons résultats obtenus lors des essais pilote de la batteuse ASSI modifiée, on peut considérer que la machine est validée pour le battage du fonio. Le problème du battage mécanique du fonio est donc techniquement résolu et il est rentable. Cette rentabilité pourrait être améliorée si la batteuse est aussi utilisée pour le battage du riz. La batteuse est bien acceptée par les paysans et la qualité du travail réalisé est bien appréciée. La batteuse ASSI convient très bien pour les zones de plaine mais ses déplacements sont plus difficiles en zones de montagne.

2. Batteuse IRSAT testée au Burkina Faso

La batteuse a été soumise à des essais au stade pilote pendant plus d'une semaine avec des durées en travail continues indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Essai pilote de la batteuse IRSAT

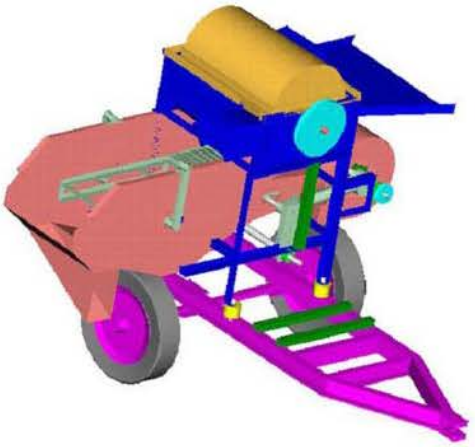
N° essai	Quantité de grain propre (kg)	Durée du battage (min)	Quantité de gasoil (L)	Consomma-tion de gasoil (L/h)	Débit en grains (kg/h)
1er jour	200	115	*		105
2ème jour	308	175	*		106
3ème jour	427	198	3,25	1,0	129
4ème jour	372	180	2,5	0,8	124
5ème jour	279	113	1,25	0,7	148
6ème jour	113	60	1	1,0	113
7ème jour	393	180	3,3	1,1	131
8ème jour	387	180	3,25	1,1	129
				Moyenne	Moyenne
Tonnage total	2,48	Tonnes		0,94	123
Consommation de gasoil	7	L/T de grain			

Ces essais au stade pilote montrent que :

- La puissance installée est convenable ;
- Le débit moyen est de 123 kg/h ;
- Les producteurs sont satisfaits des performances de l'équipement puisqu'ils ont participé financièrement au fonctionnement de l'équipement ;
- Les pannes sont faibles et n'ont concerné que quelques points d'assemblage provisoires prévu pour rendre possible les modifications ;
- La consommation en carburant est acceptable (7 L par tonne de grain battu) ;

Au terme de ces essais, il ressort que la batteuse IRSAT est apte au battage du fonio. Les performances obtenues correspondent au besoin actuel des utilisateurs. L'ensemble des essais et améliorations ont conduit à la définition de la batteuse finale sur laquelle les insuffisances observées lors des différents essais ont été corrigées (voir photo ci-dessous). Dans sa version finale, cet équipement permet le battage du fonio et du riz.

Cliché: IRSAT



Dessin CAO (IRSAT)

Fig. 10. Version finale de la batteuse IRSAT

3. Synthèse sur les essais de batteuses au stade pilote

Le tableau ci-dessous montre que seule la batteuse ASSI a réellement battu des quantités importantes lors d'essais de longue durée avec environ 80 tonnes de fonio battu au cours des deux campagnes et avec des débits élevés permettant d'avoir des coûts de battage relativement faibles.

Tableau 4. Synthèse sur les essais de batteuses au stade pilote

	Batteuse ASSI modifiée pour le fonio		**Batteuse IRSAT**
	1ère campagne d'essai au stade pilote	2ème campagne d'essai au stade pilote	Campagne d'essai au stade pilote
Période de la campagne d'essai	Décembre 2002 jusqu'à mi-mars 2003	Fin 2003 - début 2004	Plus d'une semaine en septembre octobre 2003
Tonnage de fonio battu (en tonnes)	30 T	49 T	2,5 T
Débit en grain (kg/h)	250 à 300	243 à 330	123

La batteuse IRSAT a été testée dans des conditions plus contraignantes en particulier, une durée de campagne de battage du fonio plus courte qui n'a pas permis de traiter des quantités plus importantes. Si des essais sur une longue période (pendant 1 prochaine campagne) se révélaient positifs, cette batteuse pourrait alors être transférée à un constructeur local pour être fabriquée, commercialisée et diffusée.

V. Conclusion

Les essais réalisés durant le projet montrent que les batteuses ASSI et IRSAT, de type IRRI initialement conçues pour le riz conviennent très bien pour le battage du fonio sous réserve de la réalisation de quelques modifications simples et réversibles. Il s'agit de réduire la puissance des ventilations pour ne pas entraîner les grains en dehors de la table de nettoyage, de changer la maille des grilles, d'allonger la première grille pour assurer une meilleure séparation et de réduire légèrement le jeu entre les doigts et le contre batteur. La mécanisation du battage du fonio est possible et économiquement rentable.

La batteuse ASSI a réalisé en Guinée deux campagnes de battage dans les conditions réelles de fonctionnement soit 80 tonnes de fonio battu avec un débit de grain compris entre 250 et 300 kg/h. Dans ces conditions, le coût du battage est inférieur au coût de battage manuel ; ce qui permet d'avoir de bonnes perspectives pour le développement de cet équipement.

La batteuse IRSAT qui est aussi une batteuse de type IRRI mais de largeur réduite donc de capacité plus faible a aussi obtenu des résultas satisfaisants mais avec des quantités de fonio battu beaucoup plus faibles, il est donc nécessaire de confirmer ces résultats sur des quantités beaucoup plus importantes.

Le projet Fonio a ainsi permis de résoudre un des points clefs pour le développement de la production du fonio en rendant possible la mécanisation du battage avec une réduction de la pénibilité de cette opération. Ces deux batteuses sont de type IRRI, elles sont donc tout à fait utilisables pour le battage du riz. Leur polyvalence pour le riz et le fonio permet une utilisation plus longue dans l'année car les deux cultures ont souvent les mêmes zones de production. Cela permet de réduire le coût de fonctionnement car les machines sont amorties avec des tonnages annuels plus importants.

Pour rendre les acquis du projet réellement accessibles aux populations rurales, il est indispensable de lancer rapidement une phase de diffusion de ces batteuses avec des actions de fabrication locale et de démonstration.

Références

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T.A., Son G. 2000. Rapport Annuel des activités (juin 1999 à juin 2000) n°2/00. Projet CFC/IGG(FIGG/02): Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD. Bamako. Mali. Juillet 2000. 36 p + annexes

Marouzé C. 2000. Projet Fonio CFC/ICG-(FIGG/02) Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. Etude des équipements existant susceptibles d'être appliqués à la transformation du Fonio, Activité n° 6, Inventaire des principes de décorticage-blanchiment, de séparation et de battage. Montpellier, CIRAD-AMIS n° 58/2000. 31 p.

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T.A., Son G. 2001. Rapport Semestriel des activités (juillet 2000 à janvier 2001) n°3/01. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Bamako. Mali. 20p + annexes

Dramé D. 2001. . Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. Rapport annuel. IER. Bamako. Mali.14p.

Loua F., Kouyaté S., Sakho S. Diallo T.A. 2001. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. Rapport d'étape Activité n° 14 : Essai des matériels au stade pilote - Décortiqueur CCIEC petit modèle et Batteuse ASSI. IRAG. Bareng. Guinée. 19 p.

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T.A., Son G. 2001. Rapport Annuel des activités (juillet 2000 à juillet 2001) n°4/01. Projet CFC/IGG - (FIGG/02): Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD. Bamako. Mali. Septembre 2001. 34 p + annexes

Marouzé C., Dramé D. 2002. Projet Fonio CFC/ICG (FIGG/02) Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio CIRAD-IER-IRAG-IRSAT, Activités 14, 23 et 24. Atelier de Conception d'équipements de Bamako du 4 au 8 mars 2002. Formation aux protocoles d'essai au stade pilote des matériels de transformation de fonio et intégration de la fabrication locale dans la démarche de conception. CIRAD-AMIS, n°32/02. Montpellier. 11 p.

Thaunay P., Diallo T.A., Sakho S., Kouyaté S., Loua J.F., Son G. 2002. Mise au point et tests d'une batteuse à poste fixe adaptée au fonio. Décembre 2001. CIRAD/Amis n° 09/2002. Montpellier. France. 55p. + annexes

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T.A. , Son G. 2002. Projet CFC/IGG : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Rapport semestriel. IER, IRAG, IRSAT, CIRAD. N° 5/01. Mars 2002. Montpellier. 14 p + annexes

Dramé D., Cruz J.F, Diallo T.A., Son G., 2002. Rapport Annuel des activités (juillet 2001 à juin 2002) n°6/02 Projet CFC/IGG - (FIGG/02): Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Bamako. Mali. Septembre 2002. 29 p + annexes

Thaunay P., Kambou M.S. 2002. Battage mécanique du fonio. Essai d'une batteuse expérimentale en milieu réel. Projet CFC/IGG : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD – IRSAT. Cirad Amis n°67/2002. Montpellier. 18 p + annexes

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T.A. , Son G. 2003. Projet CFC/IGG : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Rapport semestriel. , CIRAD, IER, IRAG, IRSAT. N° 7/03. Avril 2003. Montpellier. 19 p + annexes

Marouzé C., Dramé D. 2003. Fabrication locale et suivi des essais au stade pilote des équipements de transformation de fonio. Compte rendu de missions. Projet CFC/IGG (FIGG/02) Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio. Activités n° 21, 23, 24 et 26. CIRAD-AMIS. n° 07/03. Février 2003. 17p

Dramé D., Marouzé C., Sakho S., Kouyaté S., Loua F., Zangré S., Cruz J.F. 2003. Projet CFC/IGG : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Réunion technique « Equipements de transformation du fonio». Juillet 2003. 19 p + annexes

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T., Fliedel G., Son G., Marouzé C. 2004. Projet CFC/IGG : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Compte-rendu de la Réunion de Coordination n°5 à Bamako. (Mali). CIRAD, IER, IRAG, IRSAT. Mars 2004. Montpellier. 19 p + annexes

Son G. Zangré S. Konaté A. Kabore A. 2004. Projet CFC/IGG : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. Rapport de synthèse sur le battage du fonio. IRSAT. Burkina Faso. 16p.

Cruz J.F., Dramé D., Diallo T., Son G. 2004. Rapport Annuel des activités (juillet 2002 à décembre 2003) n°8/04. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Montpellier. France. Janvier 2004. 38 p + annexes

ANNEXES

Annexe 1 : Cahier des charges fonctionnel de la batteuse à fonio

Fonction de service	Critère d'appréciation	Niveau
La batteuse … doit battre les gerbes et séparer le grain de la paille avec une polyvalence potentielle fonio - riz	Débit en grain de la machine	200 à 300 kg/h
	Pertes par imbattus	2 %
	Pertes de grains libres (dans les pailles et au sol)	3 %
	% d'impuretés dans le grain battu	2 à 3 %
doit permettre à l'opérateur de charger les gerbes	Hauteur de la table d'alimentation	1,2 m
doit permettre à l'opérateur de récupérer les grains battus	Accessibilité de la sortie	Oui
	Hauteur de la sortie	35-40cm
doit évacuer les pailles et les impuretés	pas de risques de bourrage à la sortie des pailles et menues pailles	Oui
doit utiliser le gazole	Autonomie Consommation	8 h 1,6 L/h
doit permettre à l'opérateur de faire l'entretien quotidien et les réglages avec les outils	niveau de compétence requis	Courant, après formation
doit permettre au réparateur de réparer avec les outils et composants disponibles	disponibilité des matériaux et des outils	bonne
	niveau de compétence du réparateur	bonne
doit être rentable pour le propriétaire	Prix d'achat	3 M FCFA
	Coût de fonctionnement par kg de fonio battu	<15 F CFA
doit résister à l'environnement d'utilisation	Durée de vie	8 ans
	Nombre d'heures de fonctionnement	3000 h
doit être déplaçable facilement avec les moyens disponibles	Poids roulant	< 1 t
doit assurer la sécurité des opérateurs et autres personnes	Protection des mécanismes en mouvement	Oui

Annexe 2 : Fiche d'évaluation du coût de battage avec la batteuse ASSI en Guinée

	Projet CFC/ICG - (FIGG/02)				Fiche C. Marouzé du 04 03 02		
	Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio			**Unité monétaire :**		**FG**	
	CIRAD-IER-IRAG-IRSAT				1 FCFA =	4	**FG**
				Date de réalisation :		04 06 04	
					Par :	C. Marouzé	
	Fiche évaluation du coût d'utilisation d'un équipement						
	Type d'équipt :	**Batteuse ASSI avec moteur diesel**					
	Type d'utilisation :	Battage avec chantier mobile, donnée IRAG					
	Valeurs données à titre indicatif					3 962 350	**FCFA**
Prix d'achat de l'équipement		PR = Pd + Pa + Pt				**15 849 400**	**FG**
	Prix départ usine	Pd			12 614 400 F		
	Prix accessoires (moteur, etc.)	Pa			1 750 000 F		
	Coût de mise à disposition (transport, montage, taxe	Pt			1 485 000 F		
Nombre d'heures d'utilisation de l'équipement		Nv = D. vie * D.an *Nh/j * Dis.m * Coef.ut				**2 419**	**h**
	Durée de vie de l'équipement	D.vie	8	ans			
	Durée de la campagne d'utilisation de la machine	D.an	90	j			
	Nombre d'heures d'utilisation par jour	Nh/j	6	h			
	Disponibilité de la machine	Disp.m	80%				
	Coefficient d'utilisation (clients, personnels, jours féri	Coef.ut	70%				
	Nombre d'heures réelles d'utilisation par an		302	h			
Caractéristiques machine							
	Puissance moteur	P	*10,3*	kW			
	Consommation horaire de carburant	Cons. Ca	1,6	L			
	Consommation horaire de lubrifiant	Cons. Lub	0,072	L			
	Débit théorique	Dth	*330*	kg/h			
	Débit horaire en continu durant la journée de travail	Dréel	300	kg/h			
	Nombre de personnes nécessaires pour la conduite	Nbre.m	3				
Paramètres économiques							
	Facteur de réparation	F.rép	0,8				
	Coût du carburant	Coût.car	1 450	F/l			
	Coût du lubrifiant	Coût.lub	3 000	F/l			
	Coût journalier du conducteur de la machine	Coût.man	5 000	F/j			
	Tonnage annuel traité par la machine					**91**	**t/an**
Calcul du coût d'utilisation horaire de la machine						**17 585**	**F/h**
Charges fixes							
	Amortissement	A = PR / Nv			6 552 F	37%	
	Réparations pièces et main d'œuvre	R = A * F.rép			5 241 F	30%	
	Assurances et remisage	A * 2 %			131 F	1%	
Charges proportionnelles							
	Consommation carburant	Cons.car * Coût.car			2 320 F	13%	
	Consommation lubrifiant	Cons.lub * Coût.lub			216 F	1%	
	Conduite personnel	Coût.man / (Nh/j * Disp.m			3 125 F	18%	
	Entretien		p.m.			0%	
						100%	
Calcul du coût d'utilisation de la machine / kg de grain battu						**58,6**	**F/kg**
					Soit	14,7	**FCFA**