



# LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

Institut d'Economie Rurale – Revue Semestrielle – n° 25 – Juillet - Décembre 2017 – ISSN 1987 - 0000

P255

n° 25

- Amélioration de la qualité physico-chimique de l'huile de *Brycinus leuciscus* au Mali** 1
- Qualité nutritionnelle de l'huile de *Brycinus leuciscus* du delta intérieur du Fleuve Niger à Mopti au Mali** 11
- L'utilisation du semoir philippin, une alternative au repiquage du riz irrigué en zone Office du Niger** 19
- Techniques d'installation et de gestion des banques fourragères à *Ficus gnaphalocarpa* (Miquel) et *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst** 29
- Étude de l'effet de la date de semis et de l'âge des plantules au repiquage sur le rendement de trois variétés de riz adoptées dans les Périmètres Irrigués Villageois des régions de Tombouctou et de Gao** 39
- Amélioration de la qualité des farines de céréales produites par des moulins au Mali: détermination de la teneur en résidus métalliques des farines** 47



P255



# **LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE**

---

**N° 25 – Juillet – Décembre 2017**

---

**Revue scientifique de l'Institut d'Économie Rurale (IER)**

**Fax : (223) 20 23 37 75 – Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05**

**B.P. 258 – Rue Mohamed V – Bamako, Mali**



# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

N° 25 - Québec - Octobre 2001

Revue scientifique de l'Institut National de la Recherche Scientifique (INRS)  
Box 1207 St-John - Tel. (514) 393-2111 / Fax (514) 393-2112  
E 1207 - 1207 St-John - Québec, Québec H3A 2K4



---

## LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE

Revue scientifique de l'Institut d'Économie Rurale (IER)

Fax : (223) 20 23 37 75 – Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05

B.P. 258 – Rue Mohamed V – Bamako, Mali

---

**Directeur de publication :** Dr Ibrahima N'Diaye  
**Éditeur Scientifique :** Dr Amadou Gakou  
**Secrétaire de rédaction :** Dr Modibo Sylla

---

### Comité de rédaction

Pr Daniel Dansonko, Bamako  
Dr Tiéma Niaré, Liberté A, Bamako  
Dr Kalifa Sanogo, Bamako  
Dr Mamadou D. Coulibaly, Bamako  
Dr Mike Bertelsen, Virginia Tech  
Dr Peter White, Washington State University  
Dr Oumar Niangado, Bamako  
Pr Siaka Sidibé, Hôpital du Point G, Bamako  
Pr N'Golo Diarra, Bamako  
Pr Alhousseini Bretaudeau, Académie des Sciences, Bamako  
Pr Aly Yéro Maïga, Bamako  
Dr Niamoye Yaro, IER, Bamako  
Dr Abdoul Karim Traoré, Bamako  
Dr Abdoulaye Hamadoun, Bamako  
Dr Amadou Kodio, IER, Bamako

### Comité scientifique

Dr Aly Kouriba, CNRA, Bamako  
Dr Modibo Sidibé, Bamako  
Dr Bara Ouologuem, IER, Bamako  
Dr Ibrahima N'Diaye, IER, Bamako  
Dr Gaoussou Traoré, Bamako  
Dr Zana Sanogo, Bamako

## INFORMATIONS ET INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

*Créée en 2003 au sein de l'Institut d'Économie Rurale, la revue « LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE » est une revue scientifique qui publie deux fois par an, en français et en anglais, les résultats de travaux originaux de recherche effectués par les chercheurs de l'IER ou en collaboration avec divers partenaires. Les propositions doivent relever des domaines suivants: productions végétales, productions animales, productions forestières, productions halieutiques, systèmes de production et économie des filières, etc. Les articles proposés par d'autres chercheurs sont également admis lorsque leur qualité scientifique est reconnue. Le Comité éditorial, en collaboration avec un réseau de lecteurs, assure la sélection des articles.*

### I. Généralités

#### 1. Manuscrit

Le manuscrit est saisi sur ordinateurs (en interligne 1,5) et imprimé sur papier de format 21 cm x 29,7 cm avec une marge de 4 cm à droite comme à gauche, sans rature ni surcharge. Sa longueur ne doit pas dépasser 15 pages, y compris les illustrations et les tableaux.

Le manuscrit soumis en trois exemplaires, ainsi que la version électronique, doivent être envoyés à l'adresse suivante: Dr Amadou Gakou, Éditeur scientifique, BDIP IER, B.P. 258, Bamako, Mali - Courriel: amadougakou@gmail.com

#### 2. Style

Le style doit être simple et concis, avec des phrases courtes, du type: sujet, verbe, complément. Les noms scientifiques de genres et d'espèces, doivent être écrits en italique et seront suivis du nom du descripteur, à la première apparition dans le texte. Par la suite, le nom du descripteur sera occulté.

Lorsque dans une citation, la référence des auteurs comporte plus de deux noms, seul le nom du premier auteur est mentionné et il est suivi de « et al. » écrit en italique.

#### 3. Notes en bas de page

Excepté les adresses des auteurs à la première page, les notes en bas de pages ne sont pas admises.

#### 4. Pagnation

Les numéros de pages, en chiffres arabes, seront portés en haut et au centre de la page.

#### 5. Unités de mesure

Elles seront du système international et devront être cohérentes dans le texte.

#### 6. Procédure d'évaluation des manuscrits

Les manuscrits seront évalués, dans le cadre d'un réseau de lecteurs, par au moins trois lecteurs. En cas de litige, l'avis d'un quatrième lecteur sera sollicité.

Au besoin, les auteurs reçoivent les commentaires écrits des référés, donc le texte à corriger. Le document corrigé doit être retourné à l'Éditeur scientifique dans un délai d'un mois, à partir de la date d'expédition par l'expéditeur.

Les manuscrits refusés seront retournés à leurs auteurs et la raison sera signifiée par écrit.

## **7. Corrections des mises en page**

Les premières mises en page faites par l'éditeur vous seront envoyées et vous devrez consulter cette réalisation avec beaucoup de soins, de façon à relever toutes les corrections et rectifications à y apporter. Il n'est pas question de modifier le document. Le manuscrit devra ensuite être retourné, dans les meilleurs délais au Secrétariat de rédaction de la revue.

## **8. Tirés à part**

Un seul tiré à part sera transmis gracieusement à chaque auteur ou coauteur. D'autres tirés à part pourront être obtenus contre paiement d'un montant qui sera fixé lors de l'expédition de l'exemplaire gratuit.

# **II. Organisation du manuscrit**

## **1. Première page**

La première page doit comporter le titre en français et en anglais de l'article, le nom et le prénom du ou des auteurs, les adresses complètes de leurs institutions d'affiliation. En bas de page, on précisera les adresses postale et électronique si possible, les numéros de téléphone et le fax de l'auteur à qui doivent être envoyées les correspondances.

Cette page contiendra également un résumé en français et un résumé en anglais plus substantiel dans le cas d'un manuscrit en français et inversement. Aucun résumé ne devra dépasser 200 mots et il sera suivi de 3 à 6 mots clés; il permettra de comprendre la justification, la méthodologie, les résultats et les conclusions. Dans le corps du texte, la numérotation des titres et sous titres se fera selon la norme internationale (1., 1.1., 1.1.1, etc.).

## **2. Introduction**

Elle doit situer le contexte de l'étude par rapport aux travaux antérieurs effectués dans le domaine.

## **3. Matériel et méthodes**

Seul le matériel original sera décrit. Évitez les longues listes de matériels communément utilisés tels que sécateur, bottes, etc.

Si les méthodes habituellement utilisées doivent être succinctement décrites, les méthodes nouvelles, par contre, doivent être détaillées.

## **4. Résultats**

Ils seront rendus sous forme de texte, de tableaux et/ou de figures. Le même résultat ne doit pas être présenté de façon répétitive, par exemple sous forme de tableau et de figure.

## **5. Discussion**

Elle doit être une analyse des résultats expérimentaux par rapport à d'autres travaux similaires, et non une reprise de la description des résultats.

## **6. Conclusion**

La conclusion devra faire ressortir l'importance des résultats acquis pour les recherches futures. Elle doit être différente du résumé, de la description des résultats et de la discussion.

## **7. Remerciement**

S'ils s'imposent, ils devront être concis et ne pas dépasser cinq lignes.

## **8. Références**

Les références concernent uniquement les auteurs cités dans le texte. Elles sont classées par ordre alphabétique des noms d'auteurs et par ordre d'ancienneté pour un même auteur.

### **- Articles**

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet de l'article, nom complet du périodique, numéro et volume, les numéros de la première et de la dernière page.

**Exemple:** TRAORE D., 1981 – La formation du grain de pollen chez les Cypéracées de la tribu des Cypérées, étudiées en Côte d'Ivoire. *Candollea* 36 (2): 431-444.

#### - Livres

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet du livre, éditeur, maison et lieu de publication, nombre de pages.

**Exemple:** BERHAUT J., 1988 – Flore illustrée du Sénégal, Tome IX. Edition ClairAfrique, Dakar, Sénégal, 523 pages

#### - Thèses

Noms et initiales de prénoms de l'auteur, année de publication, titre complet de la thèse, spécialité, Université, ville et pays, nombre de pages.

**Exemple:** TRAORE N'G., 1998. Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore du Baoulé. Thèse de Doctorat du 3<sup>ème</sup> cycle. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150 pages.

#### - Communications

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet de la communication, éditeurs, titre du forum scientifique (congrès, séminaire, symposium) date et lieu, les numéros

de la première et de la dernière page. **Exemple:** CISSE M., 1982. Évaluation du potentiel fourrage de la zone d'étude du projet CIPEA. In Actes du Colloque sur les ligneux fourragers. Addis-Abeba, Éthiopie. 154-169.

#### 9. Liste des taxons végétaux cités

À la fin de chaque article, une liste des taxons végétaux cités sera donnée, en suivant l'ordre alphabétique des noms actualisés des espèces. Le nom du descripteur sera obligatoirement mentionné. La famille de chaque espèce doit être précisée.

#### 10. Illustrations

Elles seront toutes appelées dans le texte. Les figures (dessin, courbes, histogrammes, cartes, photographies) seront numérotées en chiffres arabes (1, 2, 3...) en suivant l'ordre d'appel dans le texte. Toutes les illustrations doivent être sur disquette.

#### 11. Tableaux

Ils seront tous appelés dans le texte et numérotés en chiffre romains (I, II, III, etc.) selon l'ordre d'appel dans le texte. Ils doivent être présentés, chacun sur une feuille séparée. Les légendes des tableaux, des figures, des photos et en général de toutes les illustrations seront rassemblées sur une même feuille et placées en fin de manuscrit.

# Amélioration de la qualité physico-chimique de l'huile de *Brycinus leuciscus* au Mali

## Improvement of the physico-chemical quality of *Brycinus leuciscus* oil in Mali

Cissé O. T.

Technologue des produits de la pêche, Comité National de la Recherche Agricole,  
Route de Koulouba. B.P. E 1911. Bamako, Mali  
Tél.: (+223) 20 22 71 65; 66 75 02 71 - Email: oumouni2006@yahoo.fr

### Résumé

*Brycinus leuciscus*, espèce de poisson d'eau douce, de la famille des *Characidae* et du genre *Alestes*, fait l'objet d'une pêche spéciale et son huile est très prisée dans les pêcheries du Delta Intérieur du Niger, dans la Région de Mopti au Mali.

Toutefois, la technique d'extraction traditionnelle donne une huile de très mauvaise qualité physico-chimique. L'objectif de la recherche menée a été d'améliorer les qualités de l'huile extraite et les méthodes d'extraction de l'huile.

L'extraction de l'huile a été faite sur des échantillons de *Brycinus leuciscus* frais et fermenté. Les déterminations ont porté sur le taux de lipides, le rendement d'extraction, l'acidité et l'indice de peroxyde initiaux. L'évolution de ces différents paramètres au cours de la conservation a été déterminée.

Il ressort des résultats obtenus, que le taux de lipides de *Brycinus leuciscus* est très élevé et que la qualité physico-chimique est meilleure pour l'huile extraite de *Brycinus leuciscus* frais.

**Mots clés :** *Brycinus leuciscus*, fermentation, matière grasse, acidité, indice de peroxyde

### Abstract

*Brycinus leuciscus*, a species of freshwater fish of the *Characidae* family and of *Alestes* genus is subject to a special fishing and its oil is very popular in the fisheries of the Inner Niger Delta, in the Region of Mopti in Mali.

However, the traditional extraction technique gives an oil of very poor physico-chemical quality. The objective of the research carried out was to improve the qualities of the extracted oil as well as the methods of extraction of oil.

Extraction of oil was done on samples of fresh and fermented *Brycinus leuciscus*. Determinations focused on lipid rate, extraction yield, acidity and initial peroxide index. The evolution of these parameters during the preservation has been determined.

From the results obtained, it appears that the lipid rate in *Brycinus leuciscus* is very high and that the physico-chemical quality is better for the oil extracted from fresh *Brycinus leuciscus*.

**Key words:** *Brycinus leuciscus*, fermentation, fat, acidity, peroxide index



## 1. Introduction

*Brycinus leuciscus*, de la famille des *Characidae*, est une espèce de poisson très grasse, de petite taille, munie de nageoires jaunes et mesurant 100 mm de longueur standard, de la tête au début de la nageoire caudale. Elle se rencontre dans les bassins des fleuves Gambie, Niger et Sénégal. La pêche de *Brycinus leuciscus* est très limitée dans le temps et s'effectue de novembre à février dans le Delta Central du Niger, jusqu'en septembre à Sélingué.

Les statistiques de production varient de 4 000 à 6 000 tonnes de poisson par an (DNP, 2010).

La maturation sexuelle de l'espèce est atteinte au bout de la première année. Les sexes sont bien reconnaissables à la nageoire anale, convexe pour les mâles et concave pour les femelles. Les mâles sont plus petits que les femelles, comme c'est la règle pour le genre *Alestes* (Daget, 1952). L'espèce a une courte durée de vie et le nombre d'individus atteignant la deuxième année est relativement faible (Niaré et Benech, 1993). La ponte a lieu en juillet-août. Les jeunes passent toute la saison des hautes eaux dans la plaine inondée où ils se nourrissent de graines et d'insectes. C'est au cours de cette période qu'ils accumulent dans leurs tissus, une réserve adipeuse considérable. On constate une croissance active de juillet à décembre. En amont du Lac Débo, *Brycinus leuciscus*, après avoir quitté la plaine, lorsque celle-ci s'assèche à la décrue, remonte le courant par bancs successifs dont l'apparition est liée aux phases de la lune. Vers la fin du mois lunaire, le banc s'arrête et se dissocie ; il se reforme et repart le mois suivant (Daget, 1952). L'arrêt de croissance intervient de décembre à juin pour les poissons de plus d'un an (Niaré et Benech, 1993). La nourriture durant cette période, ne se compose que de phytoplancton et de plantes décomposées. *Brycinus leuciscus*, en ce moment, maigrit et utilise la plus grande partie de sa réserve adipeuse. La teneur en huile à diverses saisons de l'année varie de 5% en juillet, à 27% en novembre (Daget, 1952). La chair de *Brycinus leuciscus* est

composée en moyenne de 18% de protéines, 28% de lipides, 0,2% de glucides, 1,5% de sels minéraux et contient des vitamines hydro et liposolubles, A, D (Bal, 1980).

L'espèce fait l'objet de pêche spéciale à l'aide d'engins et de techniques très variées. Elle est commercialisée à l'état frais, sec, en friture et sous forme d'huile (OPM, 1998). Cependant, la technique traditionnelle d'extraction de cette huile et les mauvaises conditions de sa conservation détériorent la qualité physico-chimique du produit. L'objectif de la présente étude était d'améliorer la qualité physico-chimique de l'huile extraite et de déterminer la période optimale de capture de *Brycinus leuciscus*.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Détermination du taux de lipides de *Brycinus leuciscus* suivant la période de capture

#### 2.1.1. Matériel

##### 2.1.1.1. Site de collecte des échantillons de poisson

Le poisson provient du campement permanent de pêche de Mopti Hindé, situé à 3 kilomètres en aval de Mopti sur le fleuve Niger.

##### 2.1.1.2. Matériel de laboratoire

Le matériel était constitué d'une balance de précision Mettler, de 200 g à 64 kg pour les mesures de poids. Le Soxhlet a été utilisé pour l'extraction d'huile du poisson.

##### 2.1.1.3. Matériel animal

Les opérations d'extraction d'huile ont porté sur *Brycinus leuciscus* à l'état frais. Les analyses ont porté sur l'huile de poisson extraite.

#### 2.1.2. Méthodes

Compte tenu de la courte période de capture annuelle de l'espèce (de novembre à février), le poisson a été acheté auprès des pêcheurs du

campement pendant trois périodes de capture, pour voir l'évolution des variables d'une année à l'autre :

- Période 1 : novembre 2011 à février 2012 ;
- Période 2 : novembre 2012 à février 2013 ;
- Période 3 : novembre 2013 à février 2014.

Pour chaque période de capture, un échantillon de poisson de 500 g a été prélevé suivant le schéma ci-après :

- Échantillon 1 : début novembre ;
- Échantillon 2 : fin novembre ;
- Échantillon 3 : décembre ;
- Échantillon 4 : janvier ;
- Échantillon 5 : février.

Ainsi, par période, 5 échantillons de 2,5 kg de poisson, à raison, de 500 g par échantillon, et 7,5 kg de poisson pour les 3 périodes de capture, ont été constitués. Les échantillons de poisson ont été conservés au congélateur du Programme Ressources Halieutiques du Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti, puis acheminés dans une glacière à Bamako, au Laboratoire de Technologie Alimentaire du Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba. Les déterminations ont été effectuées au Laboratoire de Nutrition Animale de Sotuba. Trois (3) répétitions ont été effectuées et les résultats obtenus représentent la moyenne des trois déterminations. Le protocole d'analyse des matières grasses, les Normes Françaises du Codex Alimentarius sur les graisses et les huiles, ont été utilisés.

Quinze (15) échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* pour les trois périodes de capture ont été analysés.

## 2.2. Détermination du rendement d'extraction d'huile de *Brycinus leuciscus*

### 2.2.1. Matériel

#### 2.2.1.1. Site de collecte des échantillons de poisson

Le poisson provient du campement permanent de pêche de Mopti Hindé, situé à 3 kilomètres en aval de Mopti sur le fleuve Niger. Les

travaux ont été réalisés dans le même campement de pêche.

#### 2.2.1.2. Matériel pour l'extraction

Le matériel était constitué d'une balance de précision Mettler de 200 g à 64 kg pour les mesures de poids, d'une éprouvette graduée Pyrex 500 ml, d'une marmite en aluminium de 10 kg, d'un tamis en nylon de 200 mm pour filtrer l'huile, et de bidons en plastique de 0,9 cl pour le conditionnement de l'huile extraite.

#### 2.2.1.3. Matériel animal

Les opérations d'extraction d'huile ont porté sur *Brycinus leuciscus* à l'état frais et à l'état fermenté.

### 2.2.2. Méthodes

L'extraction d'huile a porté sur 5 kg de *Brycinus leuciscus* frais et 5 kg de *Brycinus leuciscus* fermenté, suivant les 3 périodes de capture et selon le protocole de recherche basé sur le suivi des bonnes pratiques d'extraction et d'hygiène : triage, pesage, lavage du poisson ; extraction, conditionnement et conservation de l'huile. Le poisson a été acheté auprès des pêcheurs du campement. L'extraction a été effectuée par une formatrice de poisson sous la supervision de l'équipe de recherche.

#### ➤ Extraction d'huile après fermentation de *Brycinus leuciscus*

*Brycinus leuciscus* a séjourné dans une marmite contenant de l'eau à température ambiante pendant 24 heures. Ensuite, le tout (eau et poisson immergé dans l'eau) a été chauffé jusqu'à 70°-80°C. Pour éviter l'ébullition et maintenir la température constante, la formatrice réduisait l'intensité du feu (un feu doux) et aspergeait le poisson avec de l'eau tiède.

La fin de l'extraction était déterminée par la séparation des phases huileuse et aqueuse. L'huile qui surnageait était alors récupérée dans une autre marmite, évaporée pour éliminer l'eau, refroidie, filtrée à l'aide d'un tamis en nylon de 200 mm, ou à travers un voile propre et pesée.

### > Extraction d'huile de *Brycinus leuciscus* frais

*Brycinus leuciscus* frais a été directement mis dans une marmite contenant de l'eau. L'ensemble a été chauffé jusqu'à 70°-80°C. Pour éviter l'ébullition et maintenir la température constante, la transformatrice réduisait le feu en le rendant plus doux et aspergeait le poisson avec de l'eau tiède. La fin de l'extraction a été déterminée par la séparation des phases huileuse et aqueuse. L'huile a été récupérée à l'aide d'une louche en aluminium dans une autre marmite, évaporée, refroidie, filtrée avec un tamis en nylon de 200 mm, ou à travers un voile propre et pesée. Les différents échantillons d'huile (*Brycinus leuciscus* frais et *Brycinus leuciscus* fermenté) ont été ensuite conditionnés dans des bidons en plastique de 0,9 cl et étiquetés. Trois (3) répétitions d'extraction ont été effectuées sur *Brycinus leuciscus* frais et sur *Brycinus leuciscus* fermenté, les résultats obtenus représentent la moyenne des trois déterminations. Quinze (15) échantillons d'huile ont été obtenus par la méthode d'extraction et trente (30) pour la durée de la recherche.

Le rendement d'huile a été déterminé au Laboratoire du Programme Ressources Halieutiques du Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti. Il a été exprimé en pourcentage du poids initial du poisson utilisé pour l'extraction dans le campement, suivant la formule ci-après :

$$R = \frac{P2}{P1} \times 100$$

R = rendement d'extraction en %;

P1 = poids du poisson frais;

P2 = poids de l'huile.

### 2.3. Détermination de l'acidité et de l'indice de peroxyde initiaux des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* et leur évolution pendant la conservation

#### 2.3.1. Matériel

Le matériel utilisé était composé de :

- 500 ml d'huile de *Brycinus leuciscus* frais ;
- 500 ml d'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté.

#### 2.3.2. Méthodes

Les échantillons d'huile, conservés au Laboratoire de Technologie Alimentaire dans un réfrigérateur, à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'air, ont été utilisés pour la détermination de l'acidité et de l'indice de peroxyde initiaux, et leur évolution pendant la conservation de 12 mois. La qualité de l'huile a été déterminée à 6 mois et 12 mois de conservation.

##### ◆ Acidité

Elle a été déterminée par la méthode titrimétrique de détermination de l'acidité des corps gras d'origine animale ou végétale, suivant la Norme Française du Codex Alimentarius sur les graisses et huiles (NF T60-220, 1968).

##### ◆ Indice de peroxyde

Il a été obtenu par la méthode de détermination de l'indice de peroxyde dans les corps gras d'origine animale ou végétale, suivant la Norme Française du Codex Alimentarius sur les graisses et huiles (NF T60-204, 1985).

Les déterminations ont été effectuées en 3 répétitions et les résultats obtenus en sont les moyennes. Les analyses ont été effectuées en janvier, juillet et décembre 2012, pour suivre l'évolution de la qualité de l'huile pendant 6 et 12 mois de conservation.

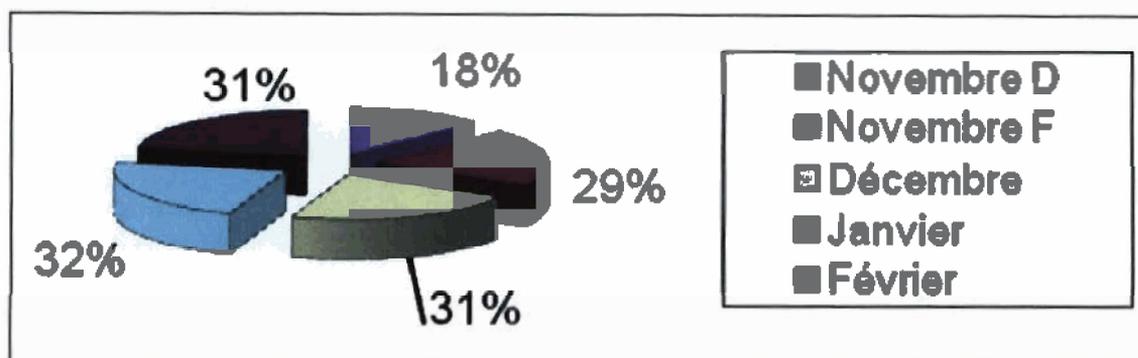
## 3. Résultats

### 3.1. Huile de *Brycinus leuciscus* obtenue suivant la période de capture

L'huile obtenue de l'extraction de *Brycinus leuciscus* a varié en fonction de la période de capture. Le taux, plus faible en début novembre, a atteint le pic en janvier (Graphique 1).

### 3.2. Rendement d'extraction d'huile de *Brycinus leuciscus*

Les rendements pour les deux méthodes d'extraction sont de même ordre de grandeurs (Tableau I).



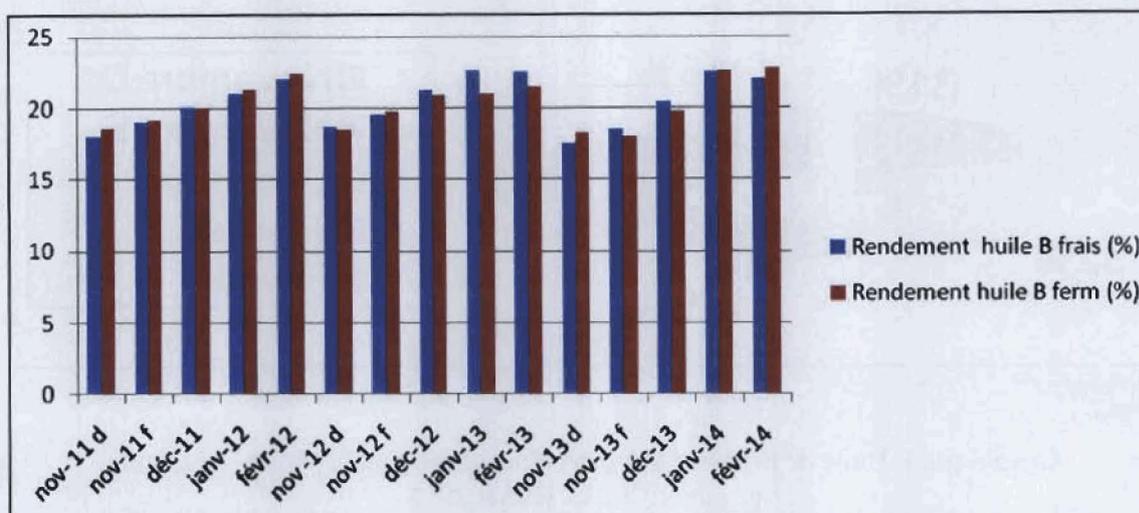
D = début  
F = fin

Graphique 1. Huile de *Brycinus leuciscus* obtenue pendant la période de capture novembre 2011 - février 2012.

Tableau I. Rendement d'extraction d'huile (%) de *Brycinus leuciscus*

Mois/Année	Rendement huile B. frais (%)	Rendement huile B. ferm
nov-11 d	18	18,6
nov-11 f	19,01	19,2
déc-11	20	20,05
janv-12	21	21,3
févr-12	22	22,4
nov-12 d	18,7	18,5
nov-12 f	19,5	19,8
déc-12	21,2	20,9
janv-13	22,6	21
févr-13	22,5	21,5
nov-13 d	17,5	18,3
nov-13 f	18,5	18
déc-13	20,4	19,8
janv-14	22,5	22,6
févr-14	22	22,7

B. frais: *Brycinus leuciscus* frais  
B. ferm: *Brycinus leuciscus* fermenté



B. frais: *Brycinus leuciscus* frais  
 B. ferm: *Brycinus leuciscus* fermenté

**Graphique 2.** Rendement moyen d'extraction d'huile de *Brycinus leuciscus*

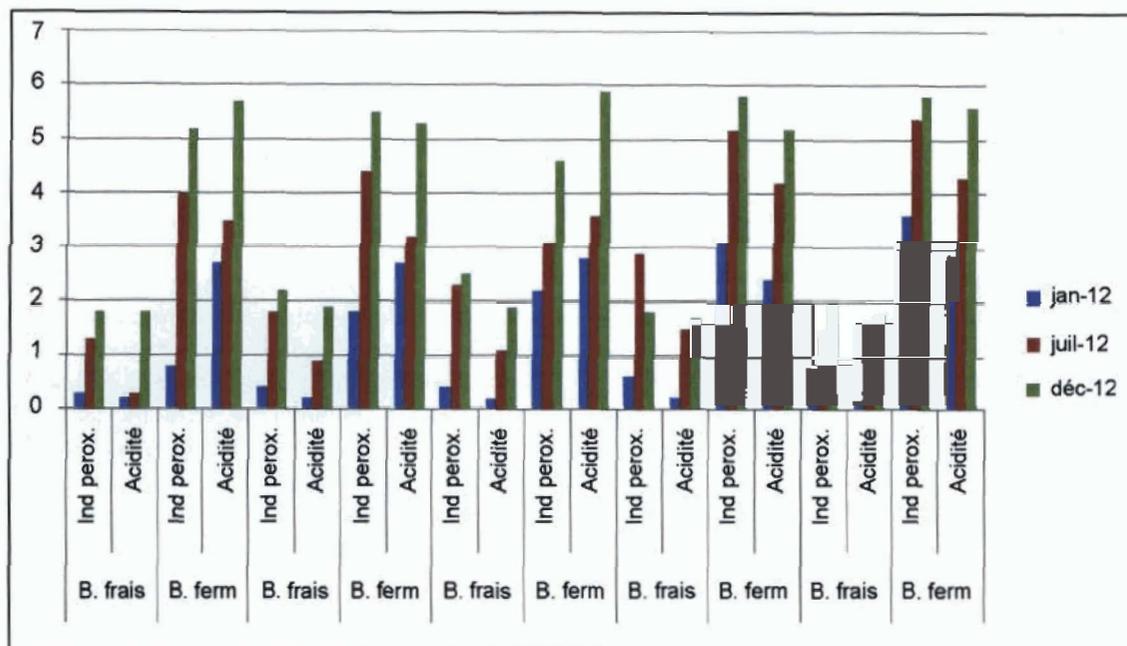
### 3.3. Acidité et indice de peroxyde des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* et leur évolution au cours de la conservation

Les résultats sont consignés dans le tableau II.

**Tableau II.** Indice de peroxydes et acidité initiaux des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* frais et *Brycinus leuciscus* fermenté et leur évolution pendant la conservation

Période	Huile 1				Huile 2				Huile 3				Huile 4				Huile 5			
	B. frais		B. ferm		B. frais		B. ferm		B. frais		B. ferm		B. frais		B. ferm		B. frais		B. ferm	
	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A	IP	A
Janv-12	0,3	0,22	0,8	2,7	0,4	0,23	1,8	2,7	0,4	0,2	2,2	2,8	0,6	0,3	3,1	2,4	0,8	0,21	3,6	2,9
Juil-12	1,3	0,3	4	3,5	1,8	0,9	4,4	3,2	2,3	1,1	3,1	3,6	2,9	1,5	5,2	4,2	1,5	1,7	5,4	4,3
Déc-12	1,8	1,8	5,2	5,7	2,2	1,9	5,5	5,3	2,5	1,9	4,6	5,9	1,8	1,7	5,8	5,2	2	1,8	5,8	5,6

B. frais: *Brycinus leuciscus* frais  
 B. ferm: *Brycinus leuciscus* fermenté  
 IP: Indice de peroxyde  
 A: Acidité



B. frais: *Brycinus leuciscus* frais  
 B. ferm: *Brycinus leuciscus* fermenté  
 IP: Indice de peroxyde  
 A: Acidité

Graphique 3. Acidité et indice de peroxyde initiaux des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* (frais et fermenté) et leur évolution au cours de la conservation

#### IV. Discussion

Le taux de matière grasse des poissons d'eau douce fluctue généralement entre 3 – 4% et 14 – 16%. *Brycinus leuciscus*, avec un taux moyen de matière grasse de 28,4%, rentre dans la catégorie des « extra gras » (Bal, 1980). Ce taux a augmenté de novembre à février, avec un pic observé en janvier. Ceci confirme l'idée selon laquelle *Brycinus leuciscus*, qui passe toute la saison des hautes eaux dans la plaine inondée, se nourrit de graines et d'insectes. Il accumule alors des réserves importantes de graisses (Niaré et Benech, 1993). Le début de la période de fraie a lieu entre juillet et août, moment où *Brycinus leuciscus* utilise la plus grande partie de ses réserves de graisses. La teneur en huile varie de 5% en juillet, à 27% en novembre (Daget, 1952).

À la décrue, *Brycinus leuciscus* quitte le fleuve lorsque celui-ci s'assèche. La nourriture ne

se compose guère que de phytoplancton et de plantes décomposées. *Brycinus leuciscus* maigrit, car il utilise la plus grande partie de sa réserve adipeuse (Niaré et Benech, 1993).

Les résultats obtenus ont confirmé les données antérieures selon lesquelles, la teneur et la composition lipidique du poisson varient avec l'âge, l'habitat, la saison (crue, décrue, basse eau et étiage), le cycle sexuel du poisson (Bal, 1980; Daget, 1952), l'alimentation (Cheffel, 1990), les facteurs environnementaux tels que la température et la salinité de l'eau (Corraze et Kaushik, 1999 cité par Eymard, 2003).

Les espèces de poissons sont généralement classées en fonction de leur teneur habituelle en lipides. Elles sont ainsi réparties en trois grandes catégories. Les espèces dites « maigres » dont la teneur en lipides dans le muscle est inférieure à 1%, comme le cabillaud, la morue, l'églefin.

La deuxième catégorie rassemble les poissons « gras » comme le hareng, le maquereau, le menhaden, la sardine, l'anguille, le pilchard, qui ont dans leurs muscles plus de 5% (Sébedio JL., 1992), ou plus de 10% de lipides (Corraze et Kaushik, 1999, cité par Eymard, 2003). Les poissons « intermédiaires » qui ont dans leur muscle 2 à 10% de lipides et en stockent aussi dans les tissus adipeux sous cutanés ou péri-viscéraux (saumon, thon et anchois). Cependant, la fluctuation de la teneur en lipides de certains poissons selon la saison et l'âge rend ce classement relatif (Corraze et Kaushik, 1999, cité par Eymard, 2003).

Les rendements d'extraction d'huile à partir de *Brycinus leuciscus* frais et *Brycinus leuciscus* fermenté sont presque de même ordre de grandeurs.

L'indice de peroxyde qui permet d'apprécier le degré d'oxydation de l'huile et l'indice d'acide qui mesure la quantité d'acides gras libres résultant des réactions hydrolytiques des triglycérides, sont deux critères de qualité permettant de rendre compte de l'état de conservation d'une huile. L'indice de peroxyde mesurant l'état d'oxydation de l'huile, est en corrélation avec la durée de l'entreposage dans un état satisfaisant et la teneur initiale en peroxyde. Il constitue un bon indice pour le contrôle de la qualité de l'huile, car il indique la fraîcheur et l'âge de l'huile. Plus l'indice est bas, plus l'huile est fraîche.

Les valeurs initiales de l'acidité et de l'indice de peroxyde de tous les échantillons d'huile extraite à l'état frais et fermenté sont respectivement inférieures et conformes aux normes du Codex Alimentarius pour les graisses et les huiles : < 2% et 10 mEq de peroxydes/kg d'huile (Programme Mixte FAO/OMS, 2013).

Par rapport à l'évolution de la qualité de l'huile au cours de la conservation, les valeurs de l'indice de peroxyde obtenues pour les échantillons d'huile extraite à l'état frais et à l'état fermenté, ont augmenté. Elles sont toujours inférieures à la valeur inférieure à 10 mEq de peroxydes/kg d'huile, du Codex Alimentarius.

Les valeurs de l'acidité à 6 et 12 mois de conservation, pour les échantillons d'huile extraite à l'état frais, ont augmenté, mais ont été inférieures à la valeur inférieure à 2%, du Codex Alimentarius. Quant aux échantillons d'huile extraits à l'état fermenté, les valeurs de l'acidité à 6 mois de conservation, sont égales ou légèrement supérieures à la valeur inférieure à 2%, du Codex Alimentarius. Ces valeurs sont supérieures à la norme du Codex Alimentarius à 12 mois de conservation. Elles restent tout de même inférieures à celles du poisson traditionnellement fermenté pendant trois jours qui a une acidité de plus de 8% (IER/DS/LTA, 2001).

L'amélioration de la méthode d'extraction d'huile de *Brycinus leuciscus*, à l'état frais et avec fermentation pendant un jour, donne une qualité physico-chimique de l'huile meilleure : faible acidité et faible indice de peroxydes, par rapport à celle du poisson traditionnellement fermenté. Les deux méthodes conviennent aux consommateurs utilisant la méthode à l'état frais, et ceux liés aux habitudes alimentaires, qui peuvent utiliser l'huile issue du poisson fermenté un jour.

## V. Conclusion

Le rendement moyen d'extraction pour les deux méthodes est du même ordre de grandeur et a varié de 18 à 22%.

L'extraction d'huile de *Brycinus leuciscus* à l'état frais a donné une huile de meilleure qualité physico-chimique : une faible acidité, inférieure à la norme du Codex Alimentarius. À un an de conservation, les échantillons ont été toujours de bonne qualité physico-chimique.

Les valeurs de l'indice d'acide pour les échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté ont été conformes à la norme du Codex Alimentarius à 6 mois de conservation. Elles ont été supérieures à la norme du Codex Alimentarius à 12 mois de conservation.

Les valeurs de l'indice de peroxyde ont été inférieures à la norme du Codex Alimentarius

pour tous les échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus* frais et de *Brycinus leuciscus* fermenté. A un an de conservation, ils ont conservé leur bonne qualité physico-chimique.

L'huile de *Brycinus leuciscus* frais est de bonne qualité physico-chimique. Sa production diminue le temps de travail de la transformation, améliore l'hygiène dans la transformation. Il pourrait en résulter une augmentation de la consommation (extension à plusieurs ménages) et une augmentation du revenu des transformatrices (1 litre d'huile coûte 1200 FCFA contre 600 FCFA l'huile traditionnellement produite). Cette huile peut être utilisée dans les préparations culinaires, comme huile de table, dans les plats en hors-d'œuvre.

## VI. Références

- BAL V.V., 1980. La technologie des produits de la pêche. Edition Industrie Alimentaire. Moscou. p 15 – 17. 234 p.
- CHEFTEL J. C., 1990. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volumes 1 et 2
- CORRAZE G, KAUSHIK S., 1999. Les lipides des poissons marins et d'eau douce. OCL, 6 (1) : 111-115.
- DAGET J., 1952. Biologie des poissons du Niger Moyen. Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire. Tome XIV, Pages 199-201. Janvier 1952.
- DIRECTION NATIONALE DE LA PÊCHE, 2010. Rapport annuel d'activités 2010.
- EYMARD S., 2003. Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chincharde: choix des procédés. Thèse de doctorat, Université de Nantes, France.
- NIARÉ T., BÉNECH V., 1993. Modification de la croissance de *Brycinus leuciscus* suite aux changements hydroclimatiques et halieutiques dans la plaine inondée du Delta Central du Niger.
- NORME FRANÇAISE NF T60-220, décembre 1968. Normes du Codex Alimentarius sur les graisses et les huiles. Détermination de l'acidité des corps gras d'origine animale ou végétale
- NORME FRANÇAISE NF T60-204, décembre 1985. Détermination de l'indice de peroxyde dans les corps gras d'origine animale ou végétale
- OPÉRATION PÊCHE MOPTI, 1998. Rapport annuel d'activités.
- PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. Comité du Codex sur les graisses et les huiles. Vingt-troisième session Langkawi (Malaisie), 25 février – 1<sup>er</sup> mars 2013. Avant-projet de norme pour les huiles de poisson.
- SÉBÉDIO JL., 1992. Huile marine *In*: Manuel des corps gras. Pp 260-270. Ed. A. Karleskind. Londres Tec & Doc.
- IER/DS/LTA, 2001. Rapport de recherche sur l'amélioration de la technologie d'extraction de l'huile de *Brycinus leuciscus* (Tinéni), Bamako, Mali.



*Brycinus leuciscus*

# Qualité nutritionnelle de l'huile de *Brycinus leuciscus* du delta intérieur du Fleuve Niger à Mopti au Mali

## Nutritional quality of *Brycinus leuciscus* oil in the inner delta of the Niger River in Mopti, Mali

Cissé O. T.

Technologue des produits de la pêche, Comité National de la Recherche Agricole,  
Route de Koulouba. B.P. E 1911. Bamako, Mali  
Tél.: (+223) 20 22 71 85; 86 75 02 71 - Email: oumouni2006@yahoo.fr

### Résumé

*Brycinus leuciscus* est une espèce de poisson d'eau douce de la famille des *Characidae*, l'une des espèces les plus abondantes du Delta Intérieur du Niger. Son huile est très prisée et constitue une spéculation importante dans la région. Pour une meilleure utilisation dans la nutrition et la santé au profit de tous les consommateurs, l'étude a été réalisée à Mopti sur des échantillons de *Brycinus leuciscus* frais et *Brycinus leuciscus* fermenté. Les acides gras ont été déterminés dans le poisson frais et dans l'huile extraite du poisson à l'état frais et à l'état fermenté.

Il ressort des résultats obtenus que l'huile de *Brycinus leuciscus* contient des acides gras saturés, 32%, et des acides gras insaturés, 68%, avec une proportion importante de monoinsaturés. La présence d'oméga 3 et d'oméga 6 confère à l'huile de *Brycinus leuciscus*, une valeur nutritionnelle considérable et sa consommation pourra avoir un impact positif dans les programmes de nutrition et de santé.

**Mots clés:** *Brycinus leuciscus*, acide gras saturé, acide gras insaturé, EPA et DHA, Oméga 3, Oméga 6

### Abstract

*Brycinus leuciscus* is a species of freshwater fish of the *Characidae* family. It is one of the most abundant species of the inner Niger delta. Its oil is very popular and is an important

speculation in the region. For a better use in nutrition and health for the benefit of all consumers, the study was conducted in Mopti, on samples of fresh *Brycinus leuciscus* and fermented *Brycinus leuciscus*. Fatty acids were determined in the raw material and the oil extracted from the fresh and fermented fish.

The results showed that *Brycinus leuciscus* oil contains saturated fatty acids, 32% and unsaturated fatty acids, 68%, with a significant proportion of mono unsaturated. The presence of omega 3 and omega 6, gives *Brycinus leuciscus* oil, considerable nutritional value and its consumption can have a positive impact in health and nutrition programs.

**Key words:** *Brycinus leuciscus*, saturated fatty acid, insaturated fatty acid, EPA and DHA, Omega 3 and Omega 6



## I. Introduction

*Characidae* de petite taille, 100 mm de longueur standard maximale, *Brycinus leuciscus* se rencontre dans les bassins des fleuves Gambie, Niger et Sénégal. L'espèce est parmi les plus importantes dans le Delta Intérieur du fleuve Niger. Elle représente 6,2% des *Characidae*, et sa part est de 26,6% de la production (FAO, 2007). Très prisée dans les pêcheries de la région de Mopti, l'huile de *Brycinus leuciscus* constitue une spéculation importante. Toutefois, la technique traditionnelle d'extraction d'huile, le conditionnement dans des barriques métalliques et les mauvaises conditions de conservation influencent les qualités physico-chimique et organoleptique: une odeur piquante, un goût de rancidité oxydante et une courte durée de conservation.

Pour lever ces contraintes, le projet de recherche intitulé «Amélioration de la technologie d'extraction d'huile de *Brycinus leuciscus*» a été exécuté au Mali, de 1999 à 2001, sur demande des utilisateurs des résultats de recherche, du Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti au Mali.

Des principales conclusions de cette recherche, il est ressorti la nécessité de déterminer l'effet du mode d'extraction sur la qualité nutritionnelle de l'huile de *Brycinus leuciscus*. Le présent article s'inscrit dans ce cadre.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel de laboratoire

- un (1) Mixer de laboratoire utilisé pour le broyage de l'échantillon de *Brycinus leuciscus*;
- un (1) Soxhlet: pour l'extraction de l'huile de *Brycinus leuciscus*;
- Pyrex en verre pour la conservation des broyats ;
- les réactifs: méthanol/chloroforme et hexane; utilisés dans l'extraction de l'huile de *Brycinus leuciscus*.

### 2.2. Matériel biotique

La matière première (*Brycinus leuciscus*, a été permanent de Mopti Hindé, situé à 3 km en aval de Mopti sur le fleuve Niger.

Les échantillons étaient constitués de:

- 100 g de *Brycinus leuciscus* entier frais ;
- 100 g de *Brycinus leuciscus* entier fermenté : le poisson a séjourné dans une marmite contenant de l'eau à température ambiante pendant 24 heures pour la fermentation ;
- 100 g de têtes de *Brycinus leuciscus* frais ;
- 100 g de troncs de *Brycinus leuciscus* frais.

### 2.3. Méthodes

#### 2.3.1. Conservation des échantillons de poisson

Les échantillons de poisson, constitués à Mopti, ont été conditionnés sous glace dans un conteneur isotherme et acheminés jusqu'à Bamako. Ils ont ensuite été conservés dans un réfrigérateur à 4°C au Laboratoire de Technologie Alimentaire du Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba à Bamako, au Mali.

#### 2.3.2. Préparation des échantillons

Les quatre (4) types d'échantillons constitués de *Brycinus leuciscus* entier frais, de *Brycinus leuciscus* entier fermenté, de têtes de *Brycinus leuciscus* frais, et de troncs de *Brycinus leuciscus* frais ont été finement broyés. Le broyage fin des échantillons a consisté à les faire passer séparément au mixer de laboratoire. Les différents broyats ont été récupérés dans des pyrex en verre pour l'extraction des lipides totaux.

#### 2.3.3. Extraction des lipides totaux et détermination des acides gras

L'extraction des lipides totaux a été effectuée par la méthode de Folch *et al.* (1957). Cette méthode a consisté à mélanger dans un mixer pendant 2 minutes, 50 g de broyat avec 200 ml

de chloroforme et 100ml de méthanol. Le mélange a ensuite été filtré sous aspiration et sous azote sur un verre fritté n°3. 200ml de mélange de solvant chloroforme: méthanol 2:1 en volume ont été ajoutés sur le résidu pour assurer l'extraction de la totalité des lipides. Le filtrat a été transféré dans une ampoule à décanter, avec ajout de 0,2 volume de solution de NaCl à 0,7%. Après séparation des deux phases, la phase inférieure a été récupérée dans un ballon taré, et le solvant a été évaporé dans l'évaporateur rotatif sous azote à 50°C pour obtenir la masse de lipides (moyenne de 3 répétitions). Le résultat a été exprimé en % de la matière mise en œuvre.

La méthode des esters méthyliques des acides gras (EMAG) en masse a été utilisée pour la détermination des acides gras. Les analyses ont été effectuées par chromatographie en phase gazeuse CPG/SM (Spectromètre de Masse).

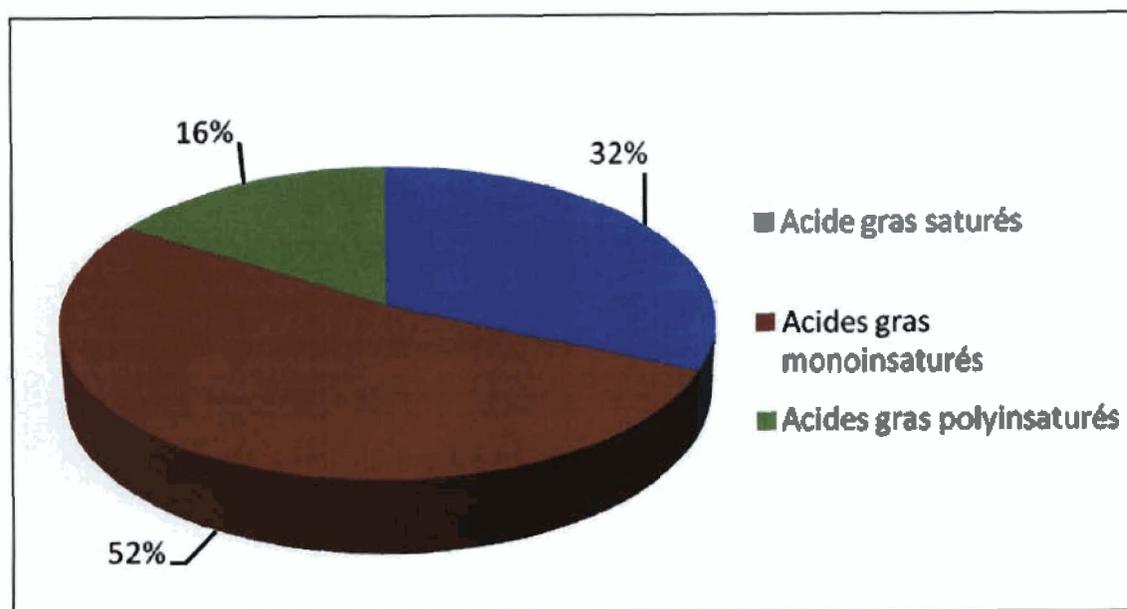
### III. Résultats

#### 3.1. Composition en acides gras de l'huile de *Brycinus leuciscus*

L'huile de *Brycinus leuciscus* contient des acides gras saturés, des acides gras mono-insaturés et polyinsaturés (Graphique 1).

#### 3.2. Qualité nutritionnelle des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus*

Les proportions des acides gras contenus dans l'huile de *Brycinus leuciscus* et dans les matières premières, tête et tronc, sont données dans le tableau 1. Elles sont illustrées dans le graphique 2.

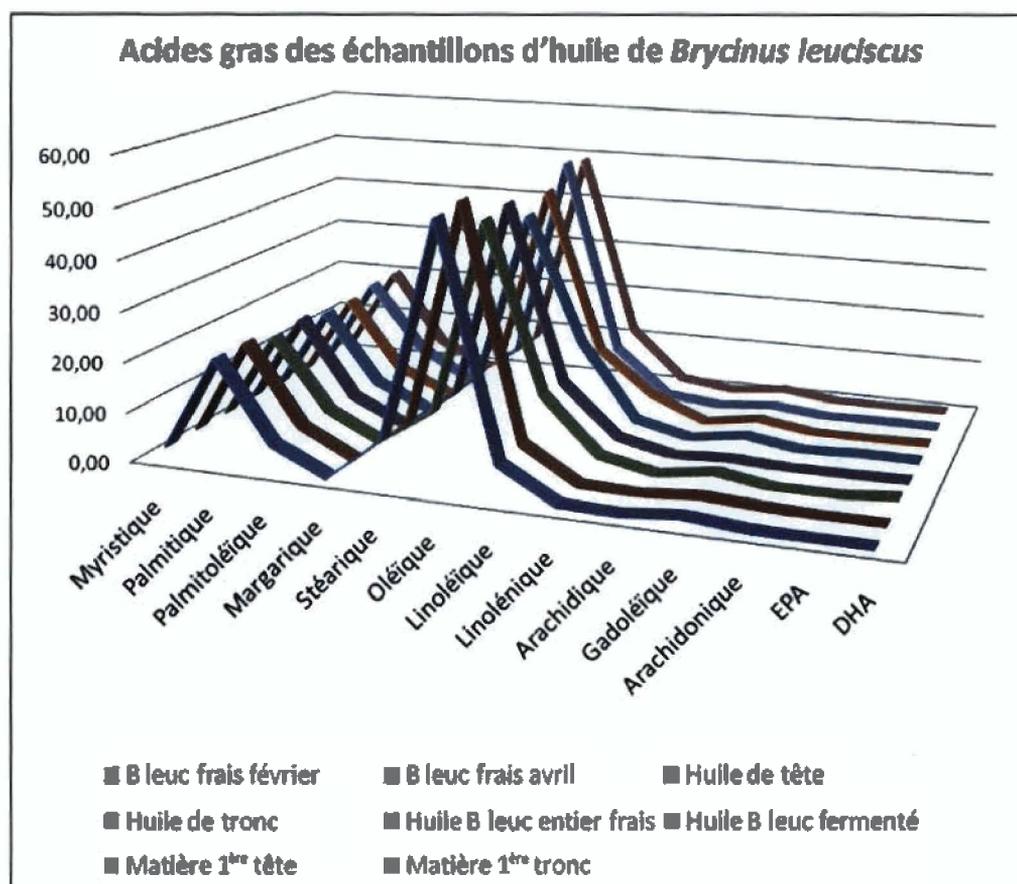


Graphique 1. Composition en acides gras de l'huile de *Brycinus leuciscus*

Tableau I. Qualité nutritionnelle (%) des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus*

Acides gras	B leuc frais Février	B leuc frais Avril	Huile de tête	Huile de tronc	Huile B leuc frais	Huile B leuc fermenté	Matière 1 <sup>re</sup> tête	Matière 1 <sup>re</sup> tronc
Myristique	2,57	2,76	2,66	2,77	2,30	2,36	2,84	2,76
Palmitique	21,27	21,35	19,43	20,37	18,92	18,83	19,75	19,87
Palmitoléique	5,39	5,44	5,35	4,88	4,64	4,56	5,96	4,81
Margarique	0,18	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Stéarique	9,00	9,05	7,35	7,89	7,82	8,24	7,83	7,72
Oléique	51,71	52,67	46,84	47,82	43,23	46,15	50,13	49,03
Linoléique	6,85	7,15	13,33	12,53	17,62	13,15	10,39	11,89
Linoléinique	0,53	0,42	2,31	2,42	2,61	4,57	1,17	1,65
Arachidique	0,20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	0,17
Gadoléique	1,31	1,03	1,73	0,65	1,69	1,74	1,17	1,37
Arachidonique	0,29	0,38	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
EPA	0,03	< 0,1	< 0,1	0,09	0,53	0,04	0,23	0,00
DHA	0,05	< 0,1	1,00	0,35	0,46	0,35	0,22	0,30

B leuc: *Brycinus leuciscus*



Graphique 2. Qualité nutritionnelle des échantillons d'huile de *Brycinus leuciscus*

#### IV. Discussion

L'huile de *Brycinus leuciscus* contient 32% d'acides gras saturés et 68% d'acides gras insaturés, composés de 52% de monoinsaturés et 16% de polyinsaturés.

L'acide myristique est présent dans tous les échantillons de matières premières et d'huile, avec un taux plus élevé dans la matière première tête, 2,84%. Pour les autres échantillons, les taux ont varié de 2,3 à 2,77%.

Le taux de l'acide myristique dans tous les échantillons est supérieur à celui de la graisse de volaille (1%) (NRC, 2001). Le taux dans l'huile de tête, 2,66%, est inférieur à celui de l'huile de foie de morue, 2,8% (Somntag, 1979a).

La teneur en acide palmitique est plus élevée dans l'huile de tronc, les matières premières tête et tronc et l'huile de tête. Les taux sont de même ordre de grandeur, 18,92%, pour l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, et 18,83%, pour l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté. Le taux est supérieur à celui de l'huile de foie de morue, 11,6%, (NRC, 2001), l'huile de Hareng, 14,2% (Aidos *et al.*, 2002), l'huile de maïs, 10%, l'huile d'arachide, 9,4, et l'huile de sésame, 8,9% (NRC, 2001), mais inférieurs à ceux de la graisse de mouton, 25,8% (Sreenivasan, 1968), du lait, 33,66% (Jenkins, 1998), et la graisse de volaille, 22,1% (NRC, 2001).

L'acide margarique a été retrouvé en traces dans tous les échantillons de matières premières et d'huile, avec des taux inférieurs à 0,1%. Seule l'huile de *Brycinus leuciscus* frais

en contient à 0,11%. L'acide margarique n'est pas bien représenté dans les graisses animales et végétales. Son taux est de 0,3% pour l'huile de foie de morue (Sonntag, 1979a), 1,4% dans la graisse de mouton (Sreenivasan, 1968).

Le taux d'acide stéarique a été plus élevé dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 9,05%, et l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 8,24%. Pour les autres échantillons, les taux ont varié de 7,35% dans huile de tête à 7,89% dans huile de tronc.

Le taux dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais a été proche de celui du lait, 9,52% (Jenkins, 1998), mais il a été supérieur aux taux d'acide stéarique de la graisse de volaille, 6,5% (NRC, 2001), l'huile de hareng, 2,2% (Aidos *et al.*, 2002), l'huile de foie de morue, 2,7% (Sonntag, 1997a), l'huile de maïs, 1,8%, l'huile de coton, 2,3%, l'huile d'arachide, 2,2%, l'huile de sésame, 4,8%, l'huile de soja, 3,8% (NRC, 2001).

Le taux d'acide arachidique a été très faible dans les matières premières tête et tronc, respectivement 0,10% et 0,17%. Le taux dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 0,20%, a été similaire à celui de la graisse de mouton (Sreenivasan, 1968) et inférieur à celui du saindoux, 0,34% (Iverson *et al.*, 1965). Des traces ont été observées dans les autres échantillons. L'acide arachidique présente une large distribution, mais en quantités très restreintes (Cuvelier, 2004).

L'acide palmitoléique est un constituant de presque toutes les catégories de plantes et d'animaux. Il est représenté en quantité moyenne dans tous les échantillons d'huile et de matières premières de *Brycinus leuciscus*. Les taux ont été plus élevés dans la tête, 5,96%, l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 5,44%, et l'huile de tête, 5,35%. Dans les autres échantillons, le taux a été de 4,56% pour l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 4,88% pour l'huile de tronc et 4,81% pour la matière première tronc.

Les taux dans les différents échantillons d'huile et de matières premières ont été inférieurs aux taux donnés pour les poissons

d'eau douce, compris entre 8 à 15% (NRC, 2001), mais supérieurs à celui du lait, 1,5% (Sonntag, 1979c), les huiles issues des graines (< 1%), à l'exception de l'huile d'olive, 1,6% (NRC, 2001).

L'acide oléique est le plus représenté dans cette catégorie, avec 51,1%, dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 48,10% dans la matière première tête et 47,43% dans la matière première tronc, 45,06% dans l'huile de tête et 46,20% dans l'huile de tronc. Le taux dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 44,92%, a été le plus faible.

Le taux dans les différents échantillons a confirmé le constat que l'acide oléique se rencontre dans presque toutes les graisses végétales et animales et peut représenter plus de 50% des acides gras totaux (Sonntag, 1979c).

L'acide gadoléique est faiblement représenté dans tous les échantillons d'huile et de matières premières. Le taux est un peu plus élevé dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 0,72%, et l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 0,55%.

Ces taux sont supérieurs à ceux de la graisse de mouton, 0,1%, (Sreenivasan, 1968) et du saindoux, 0,34% (Iverson *et al.*, 1965), mais inférieurs à ceux de l'huile de hareng, 10,3% (Aidos *et al.*, 2002) et l'huile de foie de morue, 13,1%, dans lequel il se trouve généralement (Sonntag, 1979a).

Les acides gras polyinsaturés Oméga-3 présents dans l'huile de *Brycinus leuciscus* sont l'acide eicosapentanoïque (EPA), l'acide docosahexanoïque (DHA), l'acide galoléique et l'acide alphalinoléique.

L'acide eicosapentanoïque (EPA) est présent en faible quantité dans la tête, 0,23%, et l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 0,53%. Des traces ont été observées dans l'huile issue de la tête, l'huile du tronc et l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, entre 0,09% et 0,04%. Ceci confirme l'hypothèse qu'EPA est concentré surtout dans la tête de poisson frais et dans le poisson à l'état frais. La fermentation

du poisson ayant entraîné une oxydation poussée, qui a conduit à la décomposition de cet acide gras polyinsaturé à cinq doubles liaisons.

Comme EPA, l'acide docosahexanoïque (DHA) est également présent en faible quantité, 1%, dans l'huile de tête, 0,46%, dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 0,35%, dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté et dans l'huile de tronc, 0,30% dans la matière première tronc et 0,22% dans la matière première tête. Les taux ont été plus faibles que ceux de l'huile de hareng, 8,5% (Aidos *et al.*, 2002) et l'huile de foie de morue, 8,6% (Sonntag, 1979a).

Les taux d'EPA et DHA sont faibles dans l'huile de *Brycinus leuciscus*. Ceci confirme l'idée que le pourcentage d'acides gras polyinsaturés à quatre, cinq ou six doubles liaisons est légèrement plus faible dans les lipides des poissons d'eau douce que dans les lipides correspondants des poissons d'eau de mer (Stansby et Hall, 1967), cité par Le Néchet, 2006.

L'acide alpha linoléique est présent dans tous les échantillons d'huile, avec un taux un peu plus élevé dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 4,57%. Pour les autres échantillons, le taux a été de 2,61% pour l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 2,42% pour l'huile de tronc, 2,31% pour l'huile de tête, 1,65% pour la matière première tronc et 1,17% pour la matière première tête.

Le taux de l'acide alpha linoléique dans l'huile de *Brycinus leuciscus* est supérieur à celui de l'huile de maïs, 0,7%, l'huile de coton, 0,2%, l'huile de sésame, 0,3%, (NRC, 2001), à celui du lait, 0,23% (Jenkins, 1998), de la graisse de mouton, 0,2% (Sreenivasan, 1968), de la graisse de volaille, 0,9%, (NRC, 2001), de l'huile de hareng, 1,2% (Aidos *et al.*, 2002) et de l'huile de foie de morue, 0,9% (Sonntag, 1979a).

Les acides gras polyinsaturés Oméga 6, dans l'huile de *Brycinus leuciscus*, sont l'acide arachidonique et l'acide linoléique.

L'acide arachidonique est présent dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 0,38%. Le taux a été supérieur à celui du saindoux, 0,13% (Iverson *et al.*, 1965). Les traces ont été observées dans les autres échantillons, avec des taux inférieurs à 0,1%.

L'acide linoléique est présent en quantité moyenne dans tous les échantillons d'huile et de matières premières, 17,62%, dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais, 13,33% dans l'huile de tête, 13,15% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 12,53% dans l'huile de tronc, 10,39% pour la matière première tête et 11,89% pour la matière première tronc.

Le taux de l'acide linoléique dans l'huile de *Brycinus leuciscus* est supérieur à celui du lait qui est de 2,6% (Jenkins, 1998), de la graisse de mouton, 1,4% (Sreenivasan, 1968), l'huile de hareng, 1,2% (Aidos *et al.*, 2002) et l'huile de foie de morue, 2,5% (Sonntag, 1979a). Il est inférieur à celui de l'huile de maïs, 58%, l'huile d'arachide, 32%, l'huile de sésame, 41,3%, et l'huile de coton, 51,5% (NRC, 2001).

## V. Conclusion

L'huile de *Brycinus leuciscus* contient des acides gras saturés et polyinsaturés. Le taux a été plus élevé dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais: l'acide palmitique 21,35% contre 18,83% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté: l'acide stéarique, 9% contre 8,24% et l'acide myristique, 2,76% contre 2,36%. L'acide margarique est faiblement représenté, avec moins de 0,1% pour l'huile de *Brycinus leuciscus* frais et *Brycinus leuciscus* fermenté.

Le taux des acides gras monoinsaturés a été plus élevé dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais avec 51,1% d'acide oléique contre 44,92% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, 5,44% d'acide palmitoléique contre 4,56% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté. Le taux de l'acide gadoléique a été de 0,72% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais contre 0,55% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté.

Parmi les acides gras polyinsaturés, l'acide linoléique a représenté 17,62% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais contre 13% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté, l'acide alpha-linoléique, 2,61% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* frais contre 4,57% dans l'huile de *Brycinus leuciscus* fermenté.

Les acides gras à quatre, cinq et six doubles liaisons ont été en faibles quantités: 1% pour DHA, moins de 0,1% pour EPA et l'acide arachidonique. L'huile de *Brycinus leuciscus* contient des acides gras essentiels Oméga 3 et Oméga 6. Leur présence dans l'huile de *Brycinus leuciscus*, lui confère une valeur nutritionnelle considérable. L'huile de *Brycinus leuciscus* présente donc un intérêt nutritionnel pour une meilleure exploitation dans les programmes de nutrition et de santé, en termes de l'amélioration des aliments.

## VI. Perspectives

Étant donné que les poissons obtiennent EPA et DHA en consommant le phytoplancton et le zooplancton, il sera judicieux, pour une meilleure exploitation des acides gras dans l'alimentation, la santé et la nutrition, de poursuivre la recherche sur l'élevage et l'alimentation de *Brycinus leuciscus* en pisciculture; d'étude sur le fractionnement de l'huile, pour une diversification de son utilisation dans l'alimentation, la nutrition et la santé.

## VII. Références

- AIDOS I., VAN DER PADT A.V., LUTEN J.B. et BOOM R.M., 2002. Seasonal changes in crude and lipid composition of herring fillets, by-products, and respective produced oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16): 4589-4599.
- CUVELIER C., 2004. Acides gras; nomenclature et sources alimentaires. Formation continue Article de synthèse. P: 133 - 140.
- FAO, 2007. Profil de la pêche par pays. La République du Mali: données économiques
- IVERSON J.L., EISNER J., FIRESTONE D., 1965. Detection of trace fatty acids in fats and oils by urea fractionation and gas-liquid chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1965, 42, 1063-1068.
- JENKINS T.C., 1998. Fatty acid composition of milk from Holstein cow fed oleanic or canola oil. *J. Dairy Sci.*, 1998, 81,794-800.
- LE NÉCHET S., 2006. Etude de lipides de matrices aquatiques: acides gras, stérols, éthers de glycérol. Mémoire de master. Ecole Pratique des Hautes Etudes. IFREMER.
- FOLCH J., LEES M., SIOANE-STANIEY GA., 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 266,497-509.
- NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- SONNTAG N.O.V., 1979a. Structure and composition of fats and oils. In: Swern D. (Ed), *Bailey's industrial oil and fat products. Volume 1. Fourth edition Wiley interscience. New York, 1979a 1-98.*
- SONNTAG N.O.V., 1979c. Composition and characteristics of individual fat and oils. In: Swern D. (Ed), *Bailey's industrial oil and fat products. Volume 1. Fourth edition Wiley - interscience. New York, 1979c 289-477.*
- SREENIVASAN B., 1968. Component fatty acids and composition of some oils and fats. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1968, 45, 259-265.

# L'utilisation du semoir philippin, une alternative au repiquage du riz irrigué en zone Office du Niger

## The use of the Philippine planter, an alternative to the transplanting of irrigated rice in the Office du Niger zone

Bagayoko M.<sup>1</sup>, Tangara B.<sup>1</sup>, Dicko M.<sup>1</sup>, Traoré G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Économie Rurale (IER) – Équipe Système et Gestion des Ressources Naturelles (ESPRN) Centre Régional de Recherche Agronomique de Niono (CRRA-N), B.P. 12 Niono

<sup>2</sup>Institut d'Économie Rurale (IER), Coordinateur Scientifique  
Email : minamba.bagayoko@yahoo.fr

### Résumé

Depuis 2008, un équipement de semis de riz pré-germé dénommé semoir philippin a été introduit et testé en zone Office du Niger. Les résultats des tests d'adaptation en station et en milieu paysan de 2009 à 2012 ont montré que cet équipement, dans des conditions bien précises, peut valablement remplacer le repiquage sans perte de rendement. Les rendements moyens obtenus en station et en milieu paysan se situent entre 5,5 et 6 tonnes par hectare. Les avantages tirés de l'utilisation de cet outil sont multiples : économie du temps de travail, homogénéité de répartition des semences, levée uniforme des plantules de riz. En plus, l'utilisation du semoir philippin permet d'économiser les semences de près de 50% par rapport au repiquage, et d'environ 75% par rapport au semis à la volée. Son utilisation permet aussi d'alléger la pénibilité liée aux efforts fournis par les exploitants pour les opérations de repiquage et de gagner du temps pour l'installation de la culture du riz.

**Mots clés :** Riziculture irriguée, semoir philippin, économie de semences, économie de temps de travail, rendement riz paddy, Office du Niger

### Abstract

Since 2008, the pre-germinated seed drill named the Philippine planter equipment was introduced and tested in the Office du Niger. The adaptation testing results on-station and

on-farm from 2009 to 2012 showed that the equipment in specific conditions can validly replace rice transplanting without yield loss. Average yields obtained on station and on-farm are between 5.5 and 6 tons per hectare. The benefits of using this tool are multiple: saving of working time, seed distribution homogeneity, uniform emergence of rice seedlings. In addition, the use of the Philippine planter saves seeds by almost 50% compared to transplanting, and about 75% compared to broadcast sowing. Its use can alleviate the hardship related to the efforts of farmers on planting operations and on saving time for the installation of rice cultivation.

**Key words :** Irrigated Rice, Philippine planter, seed saving, working time saving, paddy yield, Office du Niger

### I. Introduction

L'économie malienne repose essentiellement sur l'agriculture ; celle-ci occupe 75% de la population active et elle contribue à plus de 40% à la formation du Produit Intérieur Brut (PIB). Le riz contribue à lui seul à 5% du PIB du pays (Coulibaly, 2010). Sa part dans la valeur ajoutée augmente avec l'intensification des flux commerciaux vers les zones urbaines. Contrairement aux filières viande et coton dont le développement dépend des exportations, la filière riz a l'avantage de disposer d'un marché national en pleine expansion. Malgré l'augmentation croissante de la production, le Mali est obligé de recourir à des importations

pour couvrir ses besoins en riz. Ainsi, 45% du riz commercialisé sur le marché national proviennent des importations. En 2007, celles-ci se chiffraient à 148 243 tonnes et provenaient essentiellement d'Asie, d'Inde, de Thaïlande, du Vietnam, du Pakistan et de Chine.

L'Office du Niger contribue pour plus de 40% de la production nationale de riz. Les performances ont été améliorées suite aux réhabilitations, aux efforts de l'appui conseil et de la recherche, notamment dans l'amélioration des techniques de mise en place de la culture comme le repiquage et la fertilisation.

Le repiquage du riz est une technique agricole qui a beaucoup marqué l'histoire des exploitants et la vulgarisation à l'Office du Niger. Son adoption a posé d'énormes problèmes à l'encadrement et aux exploitants. À l'introduction de cette technologie, c'étaient surtout les engins lourds qui étaient utilisés pour le labour jusqu'à 50 cm de profondeur. Ce travail profond rendait très pénibles les déplacements des ouvriers pendant les travaux de repiquage. La technique a d'abord été rejetée à cause de sa pénibilité et elle serait à l'origine du retour au pays de nombreux colons Mossi après l'indépendance du Mali. Ce n'est qu'en 1985, avec l'arrivée du Projet Amélioration de la Riziculture Paysanne à l'Office du Niger (ARPON) dans la zone de production de Niomo que le repiquage a été progressivement adopté et a permis aux producteurs d'accroître les rendements de 1,5 à plus de 5 tonnes par hectare. La technique vulgarisée par l'encadrement consistait à repiquer le riz en ligne ou à la corde avec un écartement de 20 cm x 20 cm, pour arriver à une densité de 250 000 plants par hectare.

Les jeunes (filles et garçons) et les femmes de 15 à 45 ans représentent environ 70% de la main d'œuvre utilisée pour le repiquage. Le reste est constitué de Talibés Mossi et autres manœuvres saisonniers venus d'autres régions.

L'élévation du niveau de vie, l'insuffisance de la main-d'œuvre et la pénibilité du travail font que chaque année, les exigences des repiqueurs augmentent.

Avant l'introduction du repiquage, le semis direct du riz à la volée était la principale technique d'installation de la culture du riz. Ainsi, les rendements du riz étaient faibles parce que l'enherbement constituait la principale contrainte de production. Avec le semis à la volée comme tout semis direct, les mauvaises herbes ont le temps de pousser en même temps que le riz. Les mauvaises herbes sont perçues comme la plus grande contrainte de production du riz dans les conditions de semis direct à la volée ou au semoir (Rao *et al.*, 2008 ; Rajakumar *et al.*, 2010). L'infestation des plants de riz par les mauvaises herbes pendant la phase précoce de la croissance des cultures provoque une baisse de rendement de l'ordre de 33 à 74% ou parfois plus, selon le type de mauvaises herbes et de leur infestation (Tosh et Jena, 1984 ; IRRI, 1997 ; Rao *et al.*, 2007). Le repiquage permet de mettre en place les plants de riz dans un champ propre et de lutter contre l'enherbement excessif des parcelles.

Si le repiquage du riz irrigué en zone Office du Niger a permis d'accroître la productivité du riz par unité de surface, sa pénibilité et ses contraintes en main-d'œuvre font aujourd'hui l'objet d'une forte préoccupation des producteurs.

Au regard de l'inadéquation entre la disponibilité de main-d'œuvre et les milliers de superficies exploitables et en cours d'aménagement ou de réaménagement à l'Office du Niger, la recherche a développé la technologie de semis du riz pré-germé. Ainsi, le semoir philippin a été introduit pour réduire la pénibilité et le temps de travail dans l'installation de la culture du riz. Le présent article résume les performances obtenues avec cet équipement en station et en milieu paysan.

## II. Matériels et méthodes

### 2.1. Matériels

Les matériels utilisés sont: les semences de riz, les matériels de labour (traction animale ou traction motorisée), le semoir philippin.

Le semoir philippin est un outil manuel de conception très simple (Photo 1). Il est constitué de: deux roues dentées en plastique ou en fer, distantes de 2,40 m; six (6) tambours comportant deux rangées de trous de 2 mm d'ouverture chacun; un support axial qui relie les tambours et les roues; une manche pour la traction de l'outil. Le volume des tambours est d'environ 3 litres avec une capacité maximale de remplissage de 2,5 kg de semence par tambour en mode opératoire.



Photo 1. Copie du « Semoir Philippin » reproduite par l'Atelier d'Assemblage de Matériels Agricoles (AAMA)

### 2.2. Méthodes

Les tests en plein champ ont consisté à évaluer la fonctionnalité et les performances des semoirs dans le casier rizicole soit en station ou en milieu paysan. Ces tests se sont déroulés dans les zones de l'Office du Niger et à la station du Centre de Recherche Agronomique de Niono. Dans les différents sites, les tailles des parcelles d'expérimentation ont varié entre 300 et 2500m<sup>2</sup> en milieu paysan et 2500m<sup>2</sup> en station.

### 2.2.1. Traitements

Les traitements mis en comparaison étaient constitués d'une parcelle témoin qui est le repiquage (T1) et d'une parcelle de riz pré-germé, semée avec le semoir philippin.

### 2.2.2. Dispositif expérimental

En station le test a été conduit sous forme de blocs simples d'observation sans répétition. En milieu paysan, le dispositif expérimental était celui des blocs dispersés en champs paysans où chaque champ paysan était considéré comme une répétition.

### 2.2.3. Pratiques culturales

Pour les parcelles témoins, les pratiques culturales ont été celles utilisées par les producteurs eux-mêmes. Pour l'utilisation du semoir philippin, l'accent a surtout été mis sur les bonnes pratiques de préparation du sol et le planage (un bon labour de 10 à 15 cm, un bon planage/hersage, une bonne mise en boue). Pour la réalisation du travail de sol les moyens disponibles au niveau de l'exploitation ont été utilisés (charrue à traction animale ou motorisée, motoculteurs, herses roulantes ou herses simples, etc.).

### 2.2.4. Gestion des mauvaises herbes

Très souvent, les parcelles paysannes n'ont pas pu être régulièrement désherbées comme dit dans le protocole. Toutefois, dans les essais en station, les parcelles étaient maintenues propres en les désherbant manuellement ou en utilisant les herbicides sélectifs.

### 2.2.5. Collecte de données

La collecte des données a concerné les dates des opérations culturales, le poids paille, le poids paddy et le poids des 1 000 grains.

### 2.2.6. Évaluation du temps de travail

En station, le temps de travail effectif a été calculé en enregistrant le début et la fin des opérations. En milieu paysan, la méthode

déclarative a été utilisée pour évaluer le temps de travail. Cette méthode consiste à interroger sur la durée habituelle de travail pendant une période donnée. C'est une méthode simple et rapide, qui est facilement applicable à de grands échantillons, mais qui fait appel à la mémoire et la subjectivité de l'enquêté (Mell, 2005).

#### 2.2.7. La main-d'œuvre utilisée

La main-d'œuvre nécessaire ainsi que le temps mis pour la réalisation des travaux ont été enregistrés : pour le repiquage manuel d'un ha, huit manœuvres ont fait le travail pendant 8 heures ; avec le semoir philippin, le travail a été réalisé par deux manœuvres en 3 heures de temps. Ces résultats sont portés dans le tableau 1.

#### 2.2.8. Pénibilité du travail

Bien que la pénibilité soit souvent évoquée par les riziculteurs, ce facteur n'a pas été mesuré dans cette étude en raison du manque d'outil approprié pour son appréciation. La pénibilité au travail ressentie est un concept difficile à cerner, notamment parce que son appréciation est en partie subjective, ce qui peut rendre sa détermination délicate.

#### 2.2.9. Évaluation économique

Une évaluation économique sommaire a été faite en comparant les valeurs économiques des gains obtenus avec le semoir philippin et le repiquage. Pour ce faire, les prix des intrants agricoles et le coût de la main-d'œuvre utilisée dans l'exploitation ont été évalués.

#### 2.2.10. Analyse statistique

Les rendements ont été soumis à l'analyse de la variance en utilisant les fonctionnalités du logiciel GENSTAT 5 release 3 (Lawes Agricultural Trust, 1993). Les moyennes des deux traitements ont été comparées en utilisant le test de Student (Student T-test).

### III. Résultats

#### 3.1. Performances du semoir

Les performances du semoir philippin ont été évaluées par rapport au nombre de personnes nécessaires pour semer un ha, au temps de travail, à la quantité de semences utilisées, à la pénibilité du travail, au rendement du riz paddy et surtout au coût de production du paddy. Les résultats de l'évaluation du nombre de personnes nécessaires pour mener l'opération de semis et la quantité de semences sont reportés au tableau I.

Les résultats montrent que l'utilisation du semoir philippin nécessite au plus deux personnes pour semer un ha en 3 heures de travail. Comparé au repiquage, on note une économie en nombre et en temps de travail (2 opérateurs pour 3 heures de semis contre 8 à 12 opérateurs pour au moins 8 heures de repiquage). Aussi, après plusieurs tests en station et en milieu paysans, il a été constaté qu'avec le semoir philippin, les besoins en semences pour semer un ha se situent entre 25 et 30 kg/ha. Ces quantités représentent une réduction de semence de plus de 50% par rapport au repiquage (60 à 70 kg/ha de semences) et 75% par rapport au semis à la volée (80 à 100 kg/ha de semences).

#### 3.2. Évaluation des rendements

Les rendements moyens obtenus en station sont consignés dans le tableau II pour les campagnes 2009, 2010 et 2011. En station, les rendements obtenus avec le semoir philippin (6,23 tonnes/ha) ont été similaires à ceux obtenus avec le repiquage (6,20 tonnes/ha).

#### 3.3. Évaluation en milieu paysan

Le nombre de producteurs ayant conduit le test semoir ainsi que les superficies couvertes sont consignés dans le tableau III pour les campagnes 2012 et 2013. Les superficies par zone ont varié entre 0,40 et 4 ha en 2012 et entre 2 et 8 ha en 2013. La taille des champs individuels a varié entre 0,015 à 3 ha.

**Tableau I.** Superficie cultivée, nombre d'opérateurs et temps de travail pour repiquer et pour semer 1 ha.

Opérations	Quantité de semences	Nombre d'opérateurs	Superficie en hectare	Temps de travail (en heures)
Repiquage	70	8	1	8
Semis au semoir philippin	30	2	1	3

**Tableau II.** Rendement moyen en tonne par hectare

Campagne agricole	Stations	
	Semoir philippin	Repiquage
2009-2010	5,8	6,1
2010-2011	6,1	6,0
2011-2012	6,8	6,5
Moyenne	6,23	6,20

**Tableau III.** Nombre de producteurs impliqués et les superficies emblavées dans les différentes zones pendant la saison des pluies en 2012 et 2013

Zone de production	Nombre de producteurs	Superficie couverte (ha)	Nombre de producteurs	Superficie couverte (ha)
	2012	2012	2013	2013
Ké-Macina	3	1,30	5	8,80
Kolongotomo	3	1,00	5	7,22
M'Bewani	4	4,15	4	2,00
Kouroumary	3	0,80	5	4,50
N'Débougou	6	1,55	2	3,00
Niono	1	1,19	3	3,75
Molodo	4	0,40	2	3,43
Total	24	10,39	33	32,7

Les rendements moyens obtenus et les courbes de distribution en milieu paysan sont illustrés par les figures 1 et 2. Il ressort de ces illustrations que les rendements moyens obtenus ont été très variables (entre 3 tonnes/ha dans le Macina et 8 tonnes/ha à Molodo).

La courbe de distribution des rendements (Figure 2) montre que les poids paddy ont varié entre 1,7 tonnes et 8,9 tonnes par ha selon que le paysan ait pu maîtriser ou pas

l'enherbement de son champ. La moyenne des rendements pour les 7 zones se situe à 5,5 tonnes par ha. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus en station de 2009 à 2011.

Les plus faibles rendements (1,2 et 1,8 tonnes/ha) ont été observés chez deux paysans dans la zone du Macina. Ces paysans avaient leurs champs complètement envahis par les mauvaises herbes.

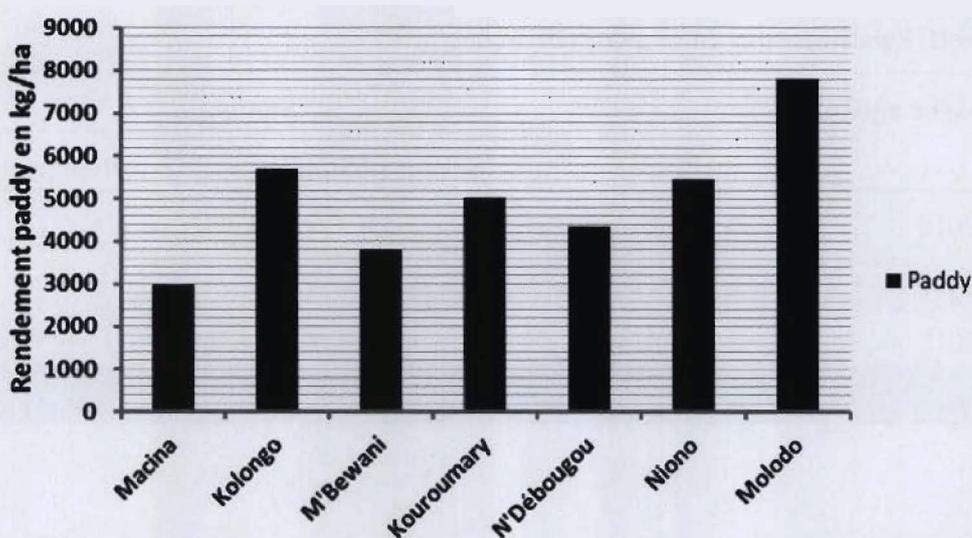


Figure 1. Rendements moyens observés dans les différentes zones de production en 2013

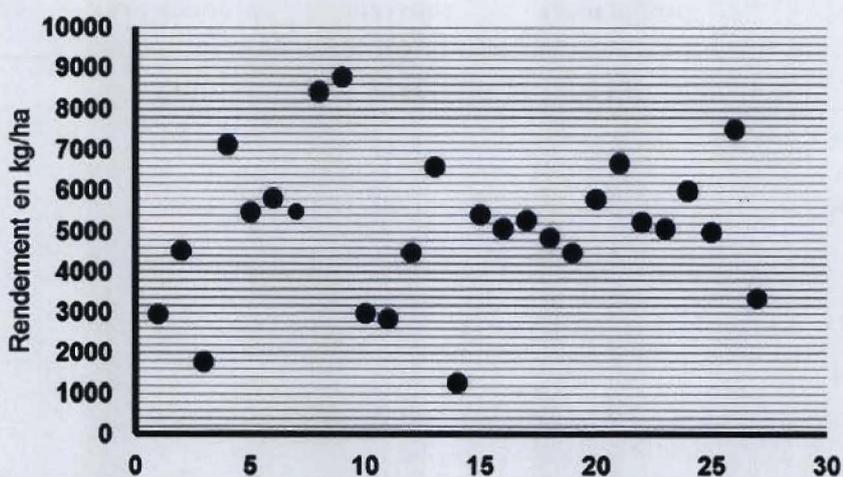


Figure 2. Courbe de distribution des rendements par ha dans les différentes zones de production de l'Office du Niger en 2013

### 3.4. Évaluation du temps de travail en station et en milieu paysan

Afin d'évaluer la charge de travail des agriculteurs, l'estimation de la durée des opérations est nécessaire. L'enregistrement des temps de travaux s'est limité aux Temps d'Astreinte (temps effectif de travail) pendant les opérations culturales, une notion développée dans le « Bilan travail » (Dedieu *et al.*, 2000). L'évaluation réalisée en station par des mesures au début et à la fin des travaux, et en milieu paysan par l'utilisation de méthodes déclaratives montre une économie en nombre de personne et en temps de travail (Tableau I).

### 3.5. Évaluation économique sommaire du semoir philippin

Pour avoir une idée sur la rentabilité économique du semoir, une évaluation sommaire a été faite. Cette évaluation a été basée sur le prix du semoir et les charges afférentes à l'utilisation du semoir comparé aux frais liés à un repiquage de riz. Le prix du semoir philippin est estimé à environ 175 000 FCFA (prix AAMA). En se basant sur le fait que les deux rendements sont statistiquement équivalents et en comparant les deux charges (charges liées au repiquage avec l'usage du semoir philippin), il apparaît un écart de 55 720 FCFA par ha en faveur du semoir philippin (Tableau IV).

Tableau IV. Comparaison des charges liées au repiquage et à l'utilisation du semoir philippin

Charges	Frais liés au repiquage (FCFA)	Frais liés à l'usage du semoir philippin (FCFA)
Semence (75 kg pour le repiquage et 35 kg pour le semoir philippin)	28 500	14 250
Mise en place pépinière: labour + installation	6 000	-
Gardiennage (5 j x 1250 FCFA)	-	6 250
Engrais pour une pépinière de 600 m <sup>2</sup>		
DAP 8 kg/600 m <sup>2</sup> x 450 FCFA/kg	3 600	-
Urée 12 kg/600 m <sup>2</sup> x 260 FCFA/kg	3 120	-
Frais labour/ha	30 000	30 000
Mise en boue	30 000	30 000
Arrachage	12 500	-
Transport et répartition	12 500	-
Transplantation/semis	25 000	-
Herbicidage	-	15 000
Désherbage manuel	17 500	17 500
<b>Total Charge</b>	<b>168 720</b>	<b>113 000</b>
Rendement moyen (kg/ha)	5 500	5 500
<b>Revenu brut FCFA</b>	<b>1 450 000</b>	<b>1 450 000</b>
<b>Bénéfice</b>	<b>1 281 280</b>	<b>1 337 000</b>

Écart: 1 281 280 - 1 337 000 = 55 720 FCFA

#### IV. Discussion

La grande variabilité dans la distribution spatiale des rendements est surtout imputable à la maîtrise des techniques culturales. En effet, comme tous les semis directs du riz, l'enherbement constitue l'un des facteurs les plus importants dans l'élaboration des rendements. La lutte contre les adventices a toujours été une préoccupation des paysannes et paysans de l'Office du Niger. En effet, les pertes occasionnées peuvent varier de 10 à 100% (PRI, 1993) comme le témoigne les faibles rendements obtenus à Macina.

Dans la présente étude, plusieurs avantages liés à l'utilisation du semoir philippin ont été observés (économie de semence, économie de temps de travail, réduction de pénibilité du travail, etc.). Cependant, malgré les multiples avantages du semis direct du riz, plusieurs contraintes de production comme l'irrégularité de germination suite à la situation topographique de la parcelle, l'enherbement, l'incidence des oiseaux, l'effet de certains ravageurs du riz (rats, insectes, etc.) peuvent être rencontrées. Singh (2005) notait que parmi les multiples contraintes de production du riz en semis direct, l'infestation des mauvaises herbes constituait la plus grande menace. La menace de l'effet des adventices sur le riz en semis direct a aussi été reportée par Mutanal *et al.* (1997), Bahar et Singh (2004). Bahar et Singh (2004) observaient que l'effet des mauvaises herbes était plus sévère les 30 premiers jours de la croissance des jeunes plants de riz en semis direct.

Par rapport au semoir philippin, un accent particulier est mis sur le mode de préparation du sol en vue de réduire la menace des adventices et d'améliorer le taux de germination les 5 premiers jours du semis. Les résultats en station et en milieu paysan ont montré que la germination est beaucoup plus régulière comparativement au semis à la volée du riz.

Le choix de la méthode pour lutter contre les mauvaises herbes doit tenir compte du

système de production, des technologies disponibles pour le système et des ressources disponibles au niveau de l'exploitation (Islam et Molla, 2001). La méthode la plus pertinente doit être viable du point de vue agronomique et économique. Pour une meilleure efficacité d'utilisation du semoir philippin, il est toujours conseillé d'utiliser des herbicides sélectifs dès la levée des plants de riz. De nombreux herbicides sélectifs de post-levée tels que le Caleriz (5 l/ha), le Rainbow (1 l/ha), le Samory (600 g/ha), le Londax 10WP (480 g/ha), etc., ont prouvé leur efficacité sur les adventices annuels du riz irrigué (PRI, 2013). Des herbicides tels que le Calistar 250EC (2 l/ha), le Topstar (0,5 à 0,700 l/ha), l'Oxariz 250EC (2 l/ha) et Ristar (2 l/ha) appliqués en pré-levée des adventices inhibent la germination de ces derniers et assurent ainsi un bon nettoyage de la parcelle (PRI, 2013).

#### V. Conclusion

Au vu des résultats obtenus en station et en milieu paysan, on peut dire que le semoir philippin offre de grandes potentialités pour améliorer la production rizicole au Mali. L'utilisation du semoir philippin exige un bon planage et comme tout semis direct, le contrôle précoce des mauvaises herbes est nécessaire. L'usage des herbicides de pré-levée ou de post-levée permet de résoudre ce problème. Les avantages tirés de l'utilisation de cet outil sont multiples: économie du temps de travail, homogénéité de répartition des semences, levée uniforme des plantules de riz. En plus, l'utilisation du semoir philippin permet d'économiser les semences de près de 50% par rapport au repiquage, et d'environ 75% par rapport au semis à la volée. Son utilisation permet d'alléger la pénibilité liée aux efforts fournis par les exploitants pour les opérations de repiquage et de gagner en temps pour l'installation de la culture du riz. Au vu des rendements obtenus en station et en milieu paysan, l'utilisation du semoir philippin peut être une alternative au repiquage du riz.

## VI. Remerciements

Les activités de cette étude ont été financées par la Banque Mondiale à travers le projet WAAPP-mécanisation pour les activités menées en station, et par l'Office du Niger pour les tests en milieu paysan. Les auteurs remercient Messieurs Souleymane Coulibaly et Brahima Traoré pour leurs efforts dans la conduite des tests en station et en milieu paysan, et la collecte des données. Les auteurs remercient également le CORAF pour le financement d'un atelier de rédaction scientifique, qui a permis la réalisation de cette publication.

## VII. Références

- BAHAR F.A. and G. SINGH, 2004. *Indian J. Weed Sci.*, 36 (3&4): 269-270.
- COULIBALY YACOUBA M. 2010. Plateforme Nationale des producteurs de riz au Mali. Rapport de mission
- DEDIEU B., CHAUVAT S., SERVIERE G., TCHAKEKAN E., 2000. Bilan travail pour l'étude du fonctionnement des exploitations d'élevage, de méthode d'analyse. Institut de l'Élevage – Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, juin 2000. 27 p. + annexes
- IRRI, 1997. Annual Report for 1996. International Rice Research Institute, P. O. Box Manila, Philippines.
- ISLAM M.J., and MOLLA H.R., 2001. *Agric. Water Management* 46: 267-276.
- LAWES AGRICULTURAL TRUST, 1993. Lawes Agricultural Trust. Genstst 5, Oxford University Press, Oxford, Uk,
- MELL G., 2005. Approche qualitative et quantitative de l'organisation du travail en agriculture – Application à quatre productions majeures de Midi-Pyrénées. Mémoire d'ingénieur. 186p.
- MUTANAL S.M. *et al.*, 1997. *Oryza*, 34: 59-62.
- PROGRAMME RIZ IRRIGUÉ (PRI), 1993. Rapport de campagne 2012-2013
- RAJAKUMAR D., SUBRAMANIAN E., MARAGATHAM N. and THIYAGARAJAN G., 2010. Bio-intensive Weed Management In Aerobic Dry Sown Rice – A Review. *Agric. Rev.*, 31 (2) : 127 – 132
- RAO A. N., MORTIMER A. M., JOHNSON D. E., SIVAPRASAD B. and LADHAJ. K., 2007. Weed management in direct-seeded rice. *Adv. Agron.* 93 : 155-257.
- SINGH V. P. *et al.*, 2005. *Indian J. Weed Sci.*, 37 (3&4): 188-192.
- TOSH G. C. and JENA H. C., 1984. Weed control in dry seeded lowland rice bentazon combined with 2, 4-D. *IRRN* 9 : 19



Rejets de souche de *Ficus gnaphalocarpa*, 5 mois après exploitation

# Techniques d'installation et de gestion des banques fourragères à *Ficus gnaphalocarpa* (Miquel) et *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst

## Installation technics and management of fodder banks of *Ficus gnaphalocarpa* (Miquel) and *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst

Kamissoko S.<sup>1</sup>, Senou O.<sup>2</sup>, Diarra I.<sup>1</sup>, Yossi H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Economie Rurale, IER/CRRRA-Sikasso - B.P. 16 - Tél.: (+223) 21 620 107 / (223) 21 620 361

<sup>2</sup>Institut d'Economie Rurale, IER/CRA-Sotuba, B.P. 262, Bamako, Mali

### Résumé

Cette étude contribue globalement à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté au Mali à travers le développement de l'élevage. Elle vise spécifiquement à atténuer la pénurie d'aliment pour bétail dont dépend le développement de l'élevage, qui est pratiqué par plus de 80% de la population rurale et dont la contribution au PIB est de 11%. À cet effet, des banques fourragères pérennes à *Ficus gnaphalocarpa* et *Piliostigma reticulatum* ont été installées avec différents écartements de plantation (*Ficus gnaphalocarpa*: 4 m x 4 m, 6 m x 6 m, 8 m x 8 m; *Piliostigma reticulatum*: 8 m x 8 m, 12 m x 12 m) à la Station de Recherche Agronomique de N'Tarla et suivies pendant 4 ans. Le taux de reprise, le taux de survie et la hauteur totale des plants ont été évalués selon les écartements de plantation. En novembre 2008, les plants de *Ficus gnaphalocarpa* ont été coupés à 20 cm au-dessus du sol (la coupe d'uniformisation) et les rejets de souche étaient exploités chaque année en février, mars, avril, mai et juin pour évaluer la production fourragère des souches selon l'écartement de plantation et la période d'exploitation. L'exploitation consistait à couper tous les rejets de souche, récolter les feuilles et déterminer par souche le poids frais et sec par pesée. Après 4 ans de plantation, *Piliostigma reticulatum* a affiché 73,50% de taux de survie moyen et 1,60 m de hauteur moyenne. Chez *Ficus gnaphalocarpa*, le taux de survie moyen des plants a été de 77%

et 1,70 m comme hauteur moyenne. À 26 mois, les premiers fruits ont été observés sur *Piliostigma reticulatum*. L'analyse statistique a montré que l'écartement de plantation et la période d'exploitation ont chacun un effet hautement significatif sur la production fourragère de *Ficus gnaphalocarpa*. Les plus fortes productions de fourrage ont été obtenues avec l'écartement de 6 m x 6 m en mai et juin avec respectivement 2,336 kg et 1,928 kg. L'écartement de plantation 6 m x 6 m ainsi que la période d'exploitation mai - juin sont recommandables pour l'installation et la gestion durable des banques fourragères à *Ficus gnaphalocarpa*.

**Mots clés :** Banques fourragères, *Ficus gnaphalocarpa*, *Piliostigma reticulatum*

### Abstract

This study globally contributes to food security and the fight against poverty in Mali through livestock development. It specifically aims to alleviate fodder shortage on which depends the development of livestock, which is practiced by more than 80% of the rural population and contributes for about 11% to the GDP. For this purpose, perennial forage banks of *Ficus gnaphalocarpa* and *Piliostigma reticulatum* were installed with different planting spaces (*Ficus gnaphalocarpa*: 4 m x 4 m, 6 m x 6 m, 8 m x 8 m; *Piliostigma reticulatum* 8 m x 8 m, 12 m x 12 m) and monitored for 4 years at the Agronomic Research Station of N'Tarla.

The rate of recovery, the survival rate and the total height of the plants have been evaluated according to the planting spaces. In November 2008, *Ficus gnaphalocarpa* plants were cut 20 cm above the soil (uniformity cut) and stump rejects were harvested each year in February, March, April, May and June to assess forage production of the strains according to planting spaces and period of exploitation. The operation consisted of cutting all the stump rejects, harvesting the leaves and determining by stump reject the fresh and dry weight by weighing. After 4 years of planting, *Piliostigma reticulatum* had a mean survival rate of 73.50% and an average height of 1.60 m. For *Ficus gnaphalocarpa*, the average survival rate of the plants was 77% with a height of 1.70 m. The first fruits were observed on *Piliostigma reticulatum* at the age of 26 months. The statistical analysis showed that planting, spacing and exploitation period had each a highly significant effect on foliar biomass production of *Ficus gnaphalocarpa*. The greatest forage production was obtained with the spacing of 6 m x 6 m in May and June, with 2,336 kg and 1,928 kg respectively. The 6 m x 6 m planting spacing and May-June exploitation period are recommended for the installation and sustainable management of *Ficus gnaphalocarpa* fodder banks.

**Key words:** Fodder banks, *Ficus gnaphalocarpa*, *Piliostigma reticulatum*

## I. Introduction

L'élevage joue un rôle socioéconomique important au Mali. Il est pratiqué par plus de 80% de la population rurale et sa contribution dans le PIB est de 11% (Kamissoko, 2007). Le cheptel malien est estimé à 10 313 350 bovins, 14 422 300 ovins, 20 083 150 caprins, 998 560 camelins, 527 950 équins, 960 400 asins, 78 500 porcins et 38 587 450 volailles en 2014 (DNPIA, 2015). Dans de nombreuses régions du monde, plus particulièrement au Mali, l'insuffisance de ressources fourragères de bonne qualité constitue une des principales contraintes au développement des productions animales. La pénurie est encore plus marquée

dans les régions à très faible pluviométrie où la seule végétation permanente est constituée d'espèces ligneuses. De nombreux auteurs, entre autres Curasson (1956); Boudet *et al.* (1968); Harrington et Wilson (1980); Skerman (1982); Guérin *et al.* (1987) ont été unanimes pour reconnaître l'importance des ligneux dans l'alimentation du bétail, principalement comme source d'azote pouvant servir de complément aux fourrages herbacés dont la qualité nutritionnelle se dégrade rapidement au cours du cycle de développement.

Les chercheurs de l'Institut d'Economie Rurale (IER) ont mis au point un nouvel aliment bétail à base de feuilles de *Ficus gnaphalocarpa* – Toro jè en bamanan (langue locale) et de fruits de *Piliostigma reticulatum* – Gnama en bamanan (Kamissoko, *et al.*, 2005). Ce nouvel aliment est composé de 60% d'aliment bétail HUICOMA, 20% de feuilles sèches de *Ficus gnaphalocarpa* et 20% de gousses sèches de *Piliostigma reticulatum*.

Ces deux espèces ligneuses ont une valeur nutritive signalée par plusieurs auteurs. Selon Le Houérou (1980), les feuilles de *Ficus gnaphalocarpa* contiennent: 33,9% de matière sèche; 8,9% de protéines brutes; 4,8% de protéines digestibles; 16% de minéraux totaux et le rapport protéines digestibles/unité est de 45. D'après le même auteur, le fruit de *Piliostigma reticulatum* est composé de: matière sèche 83%; protéines brutes 6,9%; protéines digestibles 3,5%; minéraux 4,3%. Sur le plan de la valeur nutritive, le rapport protéines digestibles/unité fourragère est de 33. Ces teneurs en nutriments sont jugées suffisantes pour que ces fourrages servent de compléments d'aliment pour les petits ruminants.

Au Burkina Faso, Traoré *et al.* (2000) ont rapporté qu'en zone nord soudanienne, les fruits secs et les feuilles de *Piliostigma reticulatum* sont utilisés dans l'alimentation des petits ruminants et des bovins. Les moutons consomment surtout les jeunes feuilles alors que les bovins et caprins s'intéresseraient aux gousses sèches. Les gousses écrasées sont incorporées dans l'alimentation des porcs.

Cette étude se situe dans le cadre de l'utilisation soutenue du nouvel aliment par les agro-éleveurs. L'objectif général visé par l'étude est de contribuer à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté au Mali à travers le développement de l'élevage. Son objectif spécifique est la mise au point de techniques appropriées d'installation et de gestion de banques fourragères à *Ficus gnaphalocarpa* et *Piliostigma reticulatum*, afin d'atténuer la pénurie de fourrage dont dépend le développement de l'élevage au Mali. Les activités ont porté sur: (1) l'évaluation de l'influence de l'écartement sur les comportements biophysiques de *Piliostigma reticulatum* et *Ficus gnaphalocarpa* en banques fourragères et (2) l'évaluation de l'influence de l'écartement et la période de coupe sur la production fourragère de *Ficus gnaphalocarpa*.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Site de l'étude

Les banques fourragères ont été réalisées à la Station de Recherche Agronomique de N'Tarla (12°35N et 5°42W), dans le Cercle de Koutiala, en zone soudanienne sud avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 800 mm et 1000 mm (Traoré *et al.*, 2013).

### 2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de plants de *Piliostigma reticulatum* et *Ficus gnaphalocarpa*.



Les plants de *Ficus gnaphalocarpa* et de *Piliostigma reticulatum* ont été élevés en pépinière à Sikasso par le Programme Ressources Forestières.

### 2.3. Méthodes

#### 2.3.1. Évaluation de l'influence de l'écartement sur le comportement de *Ficus gnaphalocarpa* et de *Piliostigma reticulatum* en banques fourragères

##### • *Ficus gnaphalocarpa*

Le dispositif expérimental utilisé était le bloc complet randomisé avec cinq (5) répétitions. Les dimensions de chaque parcelle unitaire sont de 48m x 48m. Le nombre de plants par parcelle unitaire et par niveau était respectivement: 169, 81 et 49. Pour tout l'essai, le nombre total de plants était de 1 495 avec une superficie utile de 34 560 m<sup>2</sup>.

Le facteur étudié était l'écartement des plants à trois (3) niveaux de variation: 4m x 4m, 6m x 6m et 8m x 8m. Le témoin est constitué par l'écartement 6m x 6m, qui est conseillé par Onana (2000) pour les systèmes pastoraux.

Collecte et traitement des données: les données collectées ont porté sur les paramètres biophysiques suivants: le taux de survie et la hauteur à la fin de la saison des pluies (novembre). En fin novembre de chaque année, le taux de survie a été évalué par parcelle unitaire, à la suite du comptage des plants vivants pour les deux premières années, et des souches vivantes de *Ficus gnaphalocarpa* après la première année d'exploitation. Le taux de survie est le rapport du nombre de plants/souches vivants sur le nombre de plants mis en place exprimé en pourcentage. Ce taux a été déterminé par parcelle unitaire et par traitement. L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer les productions moyennes de la biomasse. Le logiciel GenStat Release 9.2 a été utilisé pour l'analyse des données.

• *Piliostigma reticulatum*

Le dispositif expérimental était le bloc complet randomisé en trois (3) répétitions. Les dimensions de chaque parcelle unitaire étaient de 48 m x 48 m. Le nombre de plants par parcelle unitaire et par niveau a été respectivement : 49 et 25. Pour tout l'essai, le nombre total de plants a été de 222 avec une superficie utile de 6 912 m<sup>2</sup>.

Le facteur étudié était l'écartement des plants à deux (2) niveaux de variation : 8 m x 8 m et 12 m x 12 m.

**La collecte et traitement des données :** les données collectées ont porté sur les paramètres biophysiques suivants : le taux de survie et la hauteur totale. Ces données étaient collectées en novembre de chaque année. La fructification des arbres était également suivie d'octobre à décembre chaque année. Les données ont été traitées et analysées par la méthode de statistique descriptive (comparaison de moyenne) et d'analyse de variance avec le logiciel GenStat Release 9.2.

**2.3.2 Évaluation de l'influence de l'écartement et la période de coupe sur la production fourragère de *Ficus gnaphalocarpa***

En novembre 2008, soit 26 mois après la plantation, la coupe d'uniformisation a été réalisée dans les banques à *Ficus gnaphalocarpa*. Elle a consisté à couper les arbres à 20 cm au-dessus du sol. Cette coupe visait à mettre tous les arbres au même niveau de régénération pour les opérations d'exploitation de la saison sèche prochaine. Ainsi, les exploitations mensuelles (février, mars, avril, mai et juin) ont consisté à couper tous les rejets apparus sur les souches (Photo 1) et à chaque exploitation, trois banques (une de chaque écartement : 4 m x 4 m, 6 m x 6 m et 8 m x 8 m) étaient exploitées.

Les facteurs étudiés étaient l'écartement des souches et la période d'exploitation. Ces facteurs ont été étudiés séparément et en combinaison.



Photo 1. Exploitation des rejets de *Ficus gnaphalocarpa*

Les traitements appliqués étaient :

- l'écartement des souches à 3 niveaux : 4 m x 4 m, 6 m x 6 m et 8 m x 8 m ;
- la période d'exploitation à 5 niveaux : février, mars, avril, mai et juin.

Le dispositif expérimental était mono arbre à l'échelle de chaque banque. Il y a 15 banques fourragères au total, soit 3 banques de chaque écartement. De février à juin, chaque mois une banque de chaque écartement était exploitée une fois, soit 3 banques par mois.

Les facteurs étudiés sont l'écartement des souches et la période d'exploitation. Ces facteurs ont été étudiés séparément et en combinaison.

**La collecte et le traitement des données :** la collecte des données a concerné les 5 souches centrales de chaque banque, soit 5 répétitions par banque. A chaque exploitation, les données collectées ont porté sur le poids frais des feuilles (fourrage) par souche et par banque. Ce poids a été déterminé par pesée à l'aide d'une balance (Photo 2). Le poids sec des feuilles a été évalué après leur séchage au soleil (pendant 5 jours) de trois échantillons composites d'un kilogramme. Le poids sec obtenu a servi de base de conversion de la production de feuilles fraîches en poids sec total par traitement.



Photo 2. Évaluation de la biomasse fourragère de *Ficus gnaphalocarpa*

### Traitement des données

L'analyse de variance a été utilisée pour la comparaison des moyennes de traitement des données à l'aide du logiciel GenStat Release 9.2.

## III. RÉSULTATS

### 3.1. L'influence de l'écartement sur le comportement biophysique de *Piliostigma reticulatum* dans les banques fourragères

Les résultats obtenus de 2006 à 2009 sont consignés dans le tableau I. Les résultats obtenus ont montré que l'espèce se comporte très bien sur le site. Le taux moyen de reprise a été de 99,99% et la hauteur moyenne a été de 45 cm. L'analyse statistique a montré que l'écartement de plantation n'a pas d'effet significatif sur le taux de reprise et la hauteur.

De novembre 2007 à novembre 2009, le taux moyen de survie a évolué de 68,89% à 73,50%. L'augmentation du taux de survie s'explique par le fait que certaines souches, considérées mortes en 2007 et 2008, ont régénéré en 2009. La hauteur moyenne a évolué de 0,47 m à 1,60 m. Les résultats du tableau I montrent des différences entre les taux de survie et les hauteurs selon les écartements, plus la densité est élevée, plus les arbres croissent vite en hauteur (concurrence

pour la lumière oblige). Cependant, l'analyse statistique n'a pas révélé d'effet significatif de l'écartement par rapport au taux de survie et à la hauteur.

### 3.2 L'influence de l'écartement de plantation et de la période d'exploitation des feuilles sur le comportement de *Ficus gnaphalocarpa*

Les résultats obtenus (Tableau II) ont montré que l'espèce se comporte très bien dans le site comme *Piliostigma reticulatum*. Le taux moyen de reprise a été de 98% pour une hauteur moyenne de 47 cm. L'analyse statistique montre que l'écartement de plantation n'a pas eu d'effet significatif sur les paramètres observés. L'analyse statistique a montré aussi que l'écartement n'a pas eu d'effet significatif sur les paramètres (taux de reprise et hauteur des plants) observés au jeune âge.

En novembre 2007, soit 15 mois après la plantation, avec 78,3%, le taux moyen de survie a, de façon générale, baissé pour tous les écartements comparativement à la campagne précédente. La hauteur moyenne a considérablement augmenté pour atteindre 1,70 m. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les écartements par rapport à la hauteur et au taux de survie des plants (Tableau II).

En novembre 2009, soit après une année d'exploitation des banques fourragères, les plus forts taux moyens de survie ont été observés pour les périodes d'exploitation de mai, mars et juin avec respectivement 84, 82 et 81% quel que soit l'écartement (Tableau III). Les plus faibles taux moyens de survie ont été observés sur les parcelles plantées à l'écartement de 4 m x 4 m quelle que soit la période d'exploitation, excepté la période de mai. Par contre, le meilleur taux de survie a été observé pour l'écartement 6 m x 6 m quelle que soit la période d'exploitation.

En 2009 (Tableau II), le taux moyen de survie pour tout l'essai a été de 77%, taux légèrement

Tableau I. Évolution des taux moyens de reprise, de survie et de la hauteur des plants de *Piliostigma reticulatum* selon l'écartement de plantation dans les banques fourragères à N'Tarla pendant 4 années de plantation

Années Écartements	2006		2007		2008		2009	
	Taux moyen de reprise (%)	Hauteur moyenne (cm)	Taux moyen de survie (%)	Hauteur moyenne (cm)	Taux moyen de survie (%)	Hauteur moyenne (cm)	Taux moyen de survie (%)	Hauteur moyenne (cm)
8 m x 8 m	100	45,02	66,67	0,55	66,67	1,22	78	1,72
12 m x 12 m	99,8	44,98	71,11	0,39	71,11	0,89	69	1,48
<b>Moyenne générale</b>	<b>99,99</b>	<b>45,00</b>	<b>68,89</b>	<b>47</b>	<b>68,89</b>	<b>106</b>	<b>73,50</b>	<b>160</b>
Probabilité	0,427	0,418	0,207	0,382	0,207	0,058	0,107	0,281
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficient de variation en %	22,3	21,8	18,3	20,3	18,3	0,449	12,3	0,53

Tableau II. Évolution des taux moyens de reprise, de survie et de la hauteur des plants de *Ficus gnaphalocarpa* selon l'écartement dans les banques fourragères à N'Tarla

Années Écartements	2006		2007		2009
	Taux moyen de reprise (%)	Hauteur moyenne (cm)	Taux moyen de survie (%)	Hauteur moyenne (cm)	Taux moyen de survie (%)
4m x 4m	98,02	47,02	78,4	150	57,6
6m x 6m	97,98	47,01	80,5	210	90,4
8m x 8m	98,01	46,98	75,9	160	82
<b>Moyenne générale</b>	<b>98,00</b>	<b>47,00</b>	<b>78,3</b>	<b>170</b>	<b>77</b>
Probabilité	0,3781	0,3981	0,4781	0,2581	0,125
Signification	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficient de variation en %	21,9	20,7	20,9	22,7	26,2

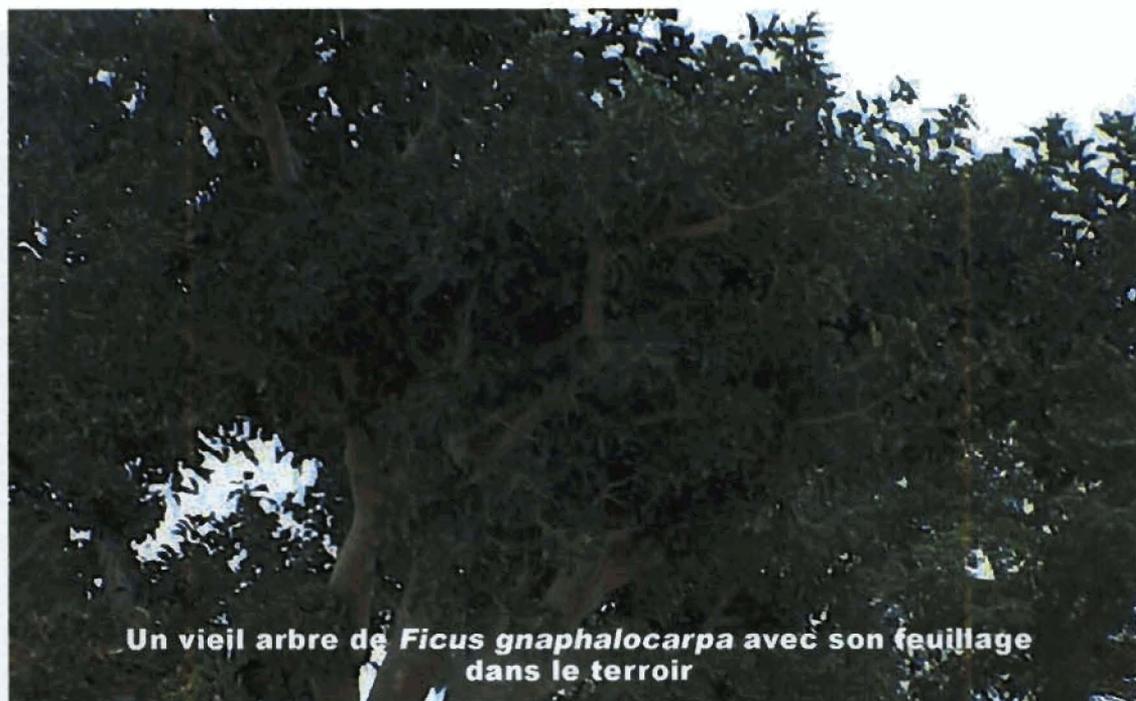
inférieur à celui obtenu en novembre 2007, qui était de 78,3%. Cela montre que certaines souches n'ont pas supporté le rythme et/ou la période d'exploitation appliquée. Cette baisse de taux de survie a été plus forte pour l'écartement 4m x 4m quelle que soit la période d'exploitation. L'analyse statistique a montré que l'effet de l'écartement de plantation et la période d'exploitation n'a pas été significatif sur le taux de survie.

### 3.3. Influence de l'écartement et de la période d'exploitation des feuilles sur la production fourragère dans les banques fourragères à *Ficus gnaphalocarpa*

Pendant la campagne 2009, les plus fortes productions par souche (0,795 kg et 1,29 kg) ont été obtenues respectivement en mai et juin pour tous les écartements confondus (Tableau III). Par contre, les plus faibles productions ont été observées en avril 2009, à cette période, la production fourragère a d'ailleurs été nulle pour l'écartement 4m x 4m. La comparaison des moyennes a permis de constituer 4 groupes homogènes pour chaque année.

Pendant les 2 années d'exploitation, le poids sec représente en moyenne 40% du poids de fourrage frais. L'analyse des résultats de 2010 a montré que les plus fortes productions de fourrage par souche, 2,336 kg, 1,928 kg, 1,900 kg et 1,304 kg, moyennes suivies par la lettre A, ont été obtenues respectivement en mai et juin, avec l'écartement de 6m x 6m, en juin, avec l'écartement de 8m x 8m et en avril, avec l'écartement de 8m x 8m (Tableau III). La plus forte production, 2,336 kg/souche a été obtenue en mai 2010 pour l'écartement 6m x 6m, alors que la plus forte production, 1,854 kg/souche a été obtenue pour le même écartement en juin 2009.

Par contre, les plus faibles productions ont été observées en février et avril de chaque année. Pendant ces périodes, la production fourragère a même été nulle pour l'écartement 4m x 4m. Les résultats ont montré que la production fourragère par souche est faible pour l'écartement 4m x 4m quelle que soit la période d'exploitation. Pour tous les écartements de plantation, le mois de juin est la période de forte production de fourrage.



Un vieil arbre de *Ficus gnaphalocarpa* avec son feuillage dans le terroir

**Tableau III.** Production moyenne de fourrage sec par souche (kg) de *Ficus gnaphalocarpa* selon l'écartement et la période d'exploitation.

Périodes / Écartements	Février 2009	Mars 2009	Avril 2009	Mai 2009	Juin 2009	Février 2010	Mars 2010	Avril 2010	Mai 2010	Juin 2010
4 m x 4 m	0,328 C	0,136 C	0 D	0,333 C	0,756 B	0,264 C	0,384 C	0 C	0,396 C	0,800 B
6 m x 6 m	1,152 A	1,160 A	0,160 C	1,26 A	1,854 A	0,632 B	0,672 B	0,336 C	2,336 A	1,928 A
8 m x 8 m	0,460 C	0,880 B	0,928 B	0,792 B	1,26 A	0 C	0,744 B	1,304 A	0,810 B	1,900 A
<b>Moyenne</b>	<b>0,54</b>	<b>0,724</b>	<b>0,364</b>	<b>0,795</b>	<b>1,29</b>	<b>0,298</b>	<b>0,600</b>	<b>0,543</b>	<b>1,180</b>	<b>1,542</b>

Légende: les moyennes suivies par les mêmes lettres appartiennent à un même groupe homogène.

**Tableau IV.** Moyenne des cumuls de la production de fourrage sec par souche de *Ficus gnaphalocarpa* (2009 et 2010), selon l'écartement et la période d'exploitation.

Périodes / Écartements	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
4 m x 4 m	0,296	0,26	0	0,3645	0,778
6 m x 6 m	0,892	0,916	0,248	1,798	1,891
8 m x 8 m	0,23	0,812	1,116	0,801	1,58
<b>Moyenne</b>	<b>0,419</b>	<b>0,662</b>	<b>0,4535</b>	<b>0,9875</b>	<b>1,416</b>

#### IV. Discussion

Le fort taux de reprise chez *Ficus gnaphalocarpa* a confirmé les résultats obtenus par Onana (2000), qui avait observé 97-100%. Yossi (2001 et 2002) avait trouvé plus de 97% de taux de reprise chez la même espèce à Namposséla. Selon Yossi (2003), le taux de survie (97,5% au début de l'expérimentation), obtenu pour la même espèce plantée en banque fourragère à Namposséla, n'a pas changé pendant trois ans sur toute la durée de l'exploitation. Il convient de signaler qu'à Namposséla, les arbres étaient étêtés et ébranchés, en plus, l'exploitation concernait les petites branches. Par contre à N'Tarla, les arbres ont été coupés à ras du sol (20 cm au-dessus du sol). On pourrait en déduire que *Ficus gnaphalocarpa* résiste mieux à l'étêtage et l'ébranchage qu'à la coupe à ras de sol. La grande taille de la partie aérienne de la souche favoriserait la survie de celle-ci.

Selon les résultats obtenus en 2009 (Tableau II), le taux moyen de survie pour tout l'essai a été de 77%, légèrement inférieur à celui obtenu en novembre 2007, qui était de 78,3%. Cela montre que certaines souches n'ont pas supporté le rythme et/ou la période d'exploitation appliquée.

Suivant les résultats de l'essai sur les rations de production de viande ovine réalisé par Kamissoko *et al.* (2005), la production moyenne de fourrage sec par arbre est suffisante pour constituer la ration alimentaire journalière d'un bélier djallonké de 30 kg. En effet, la ration de 1,500 kg du nouvel aliment offert aux animaux renfermait 20% de feuilles sèches de *Ficus gnaphalocarpa*, soit 0,300 kg. Ainsi, la production de 1,29 kg de fourrage sec par arbre permet de constituer 4 rations pour un bélier de 30 kg. La plus forte production, 2,336 kg de fourrage sec par arbre permet de constituer environ 8 rations pour un bélier de 30 kg (Kamissoko *et al.*, 2005).

Pour tous écartements confondus, l'analyse des moyennes a montré que la production augmente avec l'approche de l'hivernage. Cependant, le phénomène n'a pas été constaté

en 2009 (Tableau III). Cela s'explique par l'installation précoce des pluies, d'après les informations météorologiques de la station. Dans ces conditions, le mouvement ascendant de la sève est plus intense dans les arbres. C'est pourquoi les souches débourent vigoureusement, la pleine feuillaison est constatée chez beaucoup d'espèces ligneuses en ce moment. Dans l'ensemble, les souches ont été plus productives en 2010 qu'en 2009.

En faisant la moyenne sur le cumul de la production fourragère des deux ans (Tableau IV), les plus fortes productions ont été obtenues en mai et juin, quel que soit l'écartement de plantation. Le meilleur écartement a été 6m x 6m. Mai et juin ont été les meilleures périodes d'exploitation du fourrage de *Ficus gnaphalocarpa* alors que février et avril devraient être évités.

#### V. Conclusion

L'étude a montré que l'écartement de plantation n'a pas eu d'effet significatif sur le taux de survie des deux espèces. *Ptilostigma reticulatum* a affiché un taux moyen de survie de 73,50% avec une hauteur moyenne de 1,60m. Au même moment, il a été observé chez *Ficus gnaphalocarpa* 67,33% comme taux moyen de survie. *Ptilostigma reticulatum* a donné ses premiers fruits 28 mois après sa plantation.

Les analyses statistiques ont montré que l'écartement de plantation et la période d'exploitation ont chacun un effet significatif sur la production fourragère de *Ficus gnaphalocarpa*. Mais leur interaction n'a pas d'effet significatif sur la même variable. La plus forte production de fourrage sec de *Ficus gnaphalocarpa* a été obtenue avec l'écartement de 6m x 6m.

Les résultats de l'analyse des moyennes du cumul de production fourragère des deux campagnes d'exploitation ont montré que la période propice d'exploitation de fourrage de *Ficus gnaphalocarpa* est de mai à juin. Cette période peut être recommandée aux agro-éleveurs pour faire l'exploitation des

banques fourragères à *Ficus gnaphalocarpa*. Il a été remarqué que les pluies précoces favorisent la régénération des souches de *Ficus gnaphalocarpa*.

En perspective, les investigations futures doivent porter sur l'interaction entre les cultures agricoles et *Ficus gnaphalocarpa* en association dans les systèmes d'exploitation agricoles en zone soudanienne du Mali.

## VI. Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants aux techniciens et autres agents d'appui dont l'apport a été inestimable pour la réalisation de l'étude. Ils remercient également la Banque Mondiale (BM) pour son appui financier sans lequel les travaux ne seraient pas réalisés.

## VII. Références

- BOUDET G. et RIVIÈRE R., 1968. Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* p21:227, p266.
- CURASSON G., 1956. Etudes sur les pâturages tropicaux. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, p9:49-84; 9:175-196.
- DNPIA, 2015. Direction Nationale des Productions et Industries Animales, Rapport annuel 2014, 113p.
- GUÉRIN H., CISSÉ M.N., HEINIS V. et RICHARD D., 1987. Composition minérale des fourrages consommés par les ruminants domestiques. *Elevage et potentialités pastorales sahéliennes*. Synthèse cartographique: Sénégal. IEMVT (Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux), Maitane-Alfort (France).
- HARRINGTON G.N. et WILSON A.D., 1980. Méthodes de mesure de la production secondaire de fourrages ligneux. In: *Les fourrages ligneux en Afrique*. Publié sous la direction de H.N.
- KAMISSOKO F., 2007. Rapport de la journée promotionnelle. Bilan de la filière bétail dans la Région de Sikasso pour le PCDA, Composante 2.
- KAMISSOKO S., 2007. Mise au point de techniques de régénération de *Ficus gnaphalocarpa* en zone SIWAA pour la production de fourrage. Rapport final, 12 pages.
- KAMISSOKO S., NANTOUME H., 2005. Préparation d'un nouvel aliment bétail et son utilisation dans l'embouche ovine. Fiche Technique
- LE HOUÉROU, 1980. Actes du Colloque tenu à Addis-Abeba (Ethiopie), 8-12 avril 1980. CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique), Addis-Abeba (Ethiopie). p.253 à 257.
- ONANA J., 2000. *Revue Flamboyant* n°53. Arbre du mois: *Ficus sycomorus* (Moraceae)
- SKERMAN P.J., 1982. *Les légumineuses fourragères tropicales*. FAO, Rome (Italie). 666 p.
- TRAORÉ B., CORBEELS M., WIJK VA, MARK T., RUFINO MC and GILLER KE, 2013. "Effects of Climate Variability and Climate Change on Crop Production in Southern Mali." *European Journal of Agronomy* 49. Elsevier B. V.: 115-25 doi: 10.1016/j.eja.2013.04.004
- TRAORE M., TOGUYENI A., ILBOUDO J P., 2000. Etude de la phénologie, de la régénération naturelle et des usages de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst en zone nord soudanien du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur du Développement Rural, Option Eaux et Forêts, IDR, Bobo Dioulasso, 96 pages.
- YOSSI H., 2001, 2002 et 2003. Projet « Mise au point de techniques agro forestières appropriées », Rapports de recherche des campagnes 2001, 2002, 2003. Sessions du Comité de Programme de l'IER de 2001 et 2002.

# Étude de l'effet de la date de semis et de l'âge des plantules au repiquage sur le rendement de trois variétés de riz adoptées dans les Périmètres Irrigués Villageois des régions de Tombouctou et de Gao

## Sowing date and seedling transplanting age impact on yield of three adopted varieties in the irrigated perimeters of Timbuktu and Gao regions

Goïta O.<sup>1</sup>, Traoré K.<sup>2</sup>, Diawara B.<sup>1</sup>, Coulibaly M. M.<sup>1</sup>, N'diaye M. K.<sup>2</sup>, Guindo S. S.<sup>1</sup>, Timbaly D.<sup>1</sup> et Sako D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Economie Rurale Mali, B.P. 258 Bamako, Mali, Tél +(223) 20 26 06 26 / 20 23 19 05

<sup>2</sup>AfricaRice, B.P. 96 Saint Louis, Sénégal, Tél +(221) 33 96 26 441 / 33 96 26 493 Courriel  
auteur correspondant : goitacoumba@yahoo.fr, oumarougoita80@gmail.com

### Résumé

Les périmètres irrigués villageois (PIV) sont utilisés pour atténuer les effets néfastes des changements climatiques. Les variétés cultivées dans les PIV sont d'origine asiatique et souffrent des conditions agro climatiques des régions nord du Mali. Les expérimentations ont été conduites en milieu paysan dans les PIV de Tombouctou et de Gao afin de sélectionner des variétés ayant les caractéristiques désirables des producteurs. Sept paysans ont été sélectionnés par site pour la conduite des tests. Trois variétés de riz WARDA Sahel (WAS) et la variété Nionoka (témoin) ont été testées. Le dispositif expérimental utilisé était le factoriel en blocs dispersés avec comme facteur principal variétés et facteurs secondaires date de semis et l'âge des plantules au repiquage. La collecte des données a porté sur la variable rendement. Le logiciel GENSTAT version 4.0 a été utilisé pour l'analyse des données. Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% a été utilisé pour la séparation des moyennes à l'aide du logiciel SPSS version 17.0. Sur l'ensemble des sites, la variété SUTURA a enregistré le bon rendement. La période propice de semis des pépinières des trois variétés est la première quinzaine du mois de juillet. L'âge limite de repiquage des plantules est de 30 jours.

**Mots clés :** Périmètre Irrigué Villageois (PIV), Variétés de riz, Rendement, Date de semis et Âge des plantules au repiquage.

### Abstract

Villagers Irrigated Perimeters are used to attenuate climate change ominous effects. Cultivated varieties in Villagers Irrigated Perimeters originated from Asia and suffer the agroclimatic conditions of the northern regions of Mali. The experiments were conducted on-farm in Villagers Irrigated Perimeters of Timbuktu and Gao to select farmers' varieties with desirable characteristics. Seven (7) farmers were selected per site to conduct the experiments. Three rice varieties per location were selected. The experimental design was factorial in blocks scattered with varieties as main factor and sowing date and age of seedlings for transplanting as secondary factor. Data's collection was focused on yield. The GENSTAT version 4.0 software was used for data analysis. The Student-Newman-Keuls at 5% threshold was used for mean separation using the SPSS version 17.0 software. In all locations, the variety SUTURA performed better. The good window for seedling transplanting of the three varieties is the first half of July. The seedling transplanting age limit is 30 days.

**Key words:** Villagers Irrigated Perimeters, Rice varieties, Yield, Sowing date and Seedling transplanting age.

## I. Introduction

Le riz est produit dans les zones de l'Office du Niger, de l'Office Riz, dans les zones pluviales, les bas-fonds et dans les Périmètres Irrigués Villageois (PIV) qui constituent une alternative de sécurité alimentaire pour contenir les effets néfastes des changements climatiques pour les régions nord du Mali. Les PIV couvrent 38 735 ha dans les régions de Tombouctou et Gao, soit 11 % des superficies mises en valeur en riz (Diarra *et al.*, 2014). La production nationale de la campagne 2010/2011 était de 2 305 612 tonnes dont la zone Office du Niger pour 56 % et les PIV des PIV des régions de Gao et de Tombouctou, 16% (Diarra *et al.*, 2014). Cependant, le Mali reste relativement dépendant des importations avec environ un quart du riz consommé importé (Diarra *et al.*, 2014). La consommation du riz représente environ plus de 30% de la consommation totale de céréales (Diarra *et al.*, 2014) et la norme de consommation du riz est de 81,61 kg/pers/an selon les résultats définitifs de l'Enquête Agricole de Conjoncture 2012/2013 au Mali. La croissance démographique, l'urbanisation, l'augmentation du revenu disponible et les changements dans les goûts et les préférences des consommateurs pour des repas plus pratiques, savoureux et nutritifs sont autant de facteurs qui augmentent la demande de riz. La nécessité d'améliorer la production rizicole au Mali à partir du transfert des technologies développées reste un des objectifs généraux du Mali. La plupart des variétés cultivées au Mali sont asiatiques, avec des cycles semis maturité allant jusqu'à 130 jours. Leur coût de production est élevé à cause du coût de pompage d'eau, d'où le choix des variétés SAKU, SUTURA et WAPMO pour les tests en milieu paysan. La date optimale de semis des semences en pépinière et l'âge optimum des plants au repiquage en milieu paysan occupent une place importante dans l'application des paquets techniques pour l'amélioration du niveau de rendement du riz irrigué. L'impact du semis précoce sur le rendement du riz s'explique par la phase reproductive qui coïncide avec la période de

chaleur favorable à l'obtention du bon niveau de rendement (Basal *et al.*, 2009; Rauf *et al.*, 2007; Rahman *et al.*, 2004; Rahman *et al.*, 2007; Safdar *et al.*, 2008). Repiquer les plants de riz au stade juvénile favorise la reprise et le tallage homogène des plants et permet d'obtenir un bon niveau de rendement (Padalia, 1980; Khakwani *et al.*, 2005). L'objet du présent sujet est de contribuer à l'amélioration de la production rizicole par la mise en place de stratégies de diffusion des variétés de riz plus productives afin d'assurer l'autosuffisance alimentaire au Mali.

## II. Matériels et Méthodes

### 2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de trois variétés de riz WARDA Sahel (WAS) et de trois variétés paysannes considérées comme témoins de productivité. Le témoin du paysan a varié d'un site à un autre. Donc, dans chaque site, quatre variétés ont été mises dans les mêmes conditions d'expérimentation.

Il s'agit de :

- V1 = SAKU (intra spécifique)
- V2 = SUTURA (intra spécifique)
- V3 = WAPMO (intra spécifique, homologuée au Sénégal sous le nom Sahel 177)
- V4 = NIONOKA (Témoin local).

Les variétés ont été semées dans les différents sites expérimentaux, à différentes périodes de semis de pépinière et à différents âges de repiquage selon la volonté des producteurs.

### 2.2. Méthodologie

Le dispositif utilisé était le factoriel en bloc dispersé avec la variété comme facteur principal et les variables rendement, dates de semis des pépinières et l'âge des plants au repiquage comme facteurs secondaires. Le repiquage a été fait en ligne aux écartements de 20 cm sur 20 cm.

La fertilisation a été de 100 kg/ha de DAP au semis et de 220 kg/ha d'urée en deux apports. Le premier apport a été effectué au tallage (110 kg/ha) et le deuxième à l'initiation paniculaire (110 kg/ha). Les périodes d'apport d'engrais ont varié d'un paysan à un autre.

L'expérimentation a été conduite en milieu paysan dans les régions de Gao et de Tombouctou. Dans la région de Tombouctou, les tests de démonstration ont été installés sur les PIV de Tonka dans le cercle de Goundam et de Bangoutendé dans le cercle de Diré. Dans la région de Gao, les tests ont été conduits dans les PIV de Forgho Almata dans le cercle de Gao, de Dangha dans le cercle de Bourem. Au niveau de chaque site expérimental 07 paysans ont abrité les tests sur une superficie de 200m<sup>2</sup> par variété. Le choix des sites et des paysans a été fait en collaboration avec les services techniques d'encadrement.

La collecte des données a porté sur les variables rendement, dates de semis des pépinières et l'âge des plants au repiquage. Le rendement paddy a été évalué à partir du poids parcellaire de chaque variété.

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel GENSTAT version 4.0 pour l'analyse de la variance au seuil de 5%. Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% a été utilisé pour la séparation des moyennes à l'aide du logiciel SPSS version 17.0.

### III. Résultats

#### 3.1. Variation du rendement par site d'expérimentation

Les résultats d'analyse du rendement des variétés par site figurent dans le tableau I. La différence entre les variétés n'est pas significative; cependant, la Sutura a donné le meilleur rendement avec 5519 kg/ha. Entre les sites, la différence était significative. L'effet simple des sites a montré des rendements plus élevés à Tonka (5519 kg/ha). L'interaction variété et site est significative. Pour l'ensemble des sites expérimentaux, on observe une variabilité du rendement selon les variétés (Figure 1).

**Tableau I.** Variation du rendement des nouvelles introductions comparé à la variété paysanne en fonction de la localité

Traitements	Rendement (kg/ha)
<b>Facteur Variété</b>	
SAKU	5 119
SUTURA	5 519
WAPMO	5 085
NIONOKA (Variété paysanne)	5 249
<b>Facteur Localité</b>	
Tonka	6 443
Diré	3 743
Forgho	6 072
Dangha	4 715
<b>Signification</b>	
Effet Variété	0,138 (NS)
Effet Localité	0,001 (HS)
Interaction Variété x Localité	0,006 (HS)

HS: Hautement significatif

NS: Non significatif

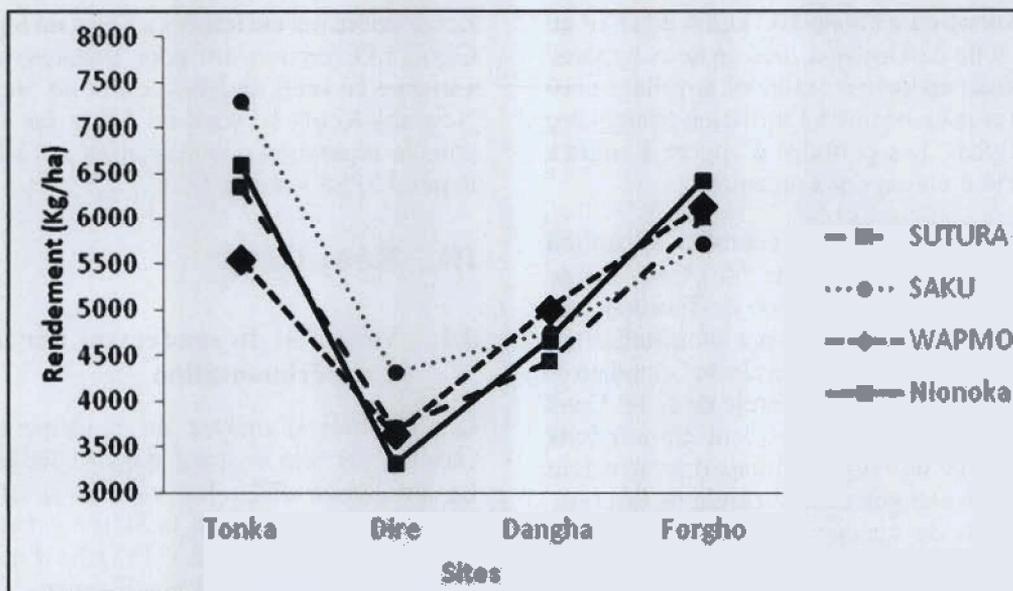


Figure 1. Variation du rendement des variétés de riz cultivées en fonction des sites expérimentaux.

### 3.2. Variation du rendement par rapport à la période de semis des semences de riz

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les dates de semis et non significative entre les variétés et l'interaction entre variété et date de semis (Tableau II). Pour toutes les variétés exploitées, l'installation de

la pépinière à la première quinzaine du mois de juillet enregistre les meilleurs rendements par rapport à la deuxième quinzaine du mois de juillet (Figure 2).

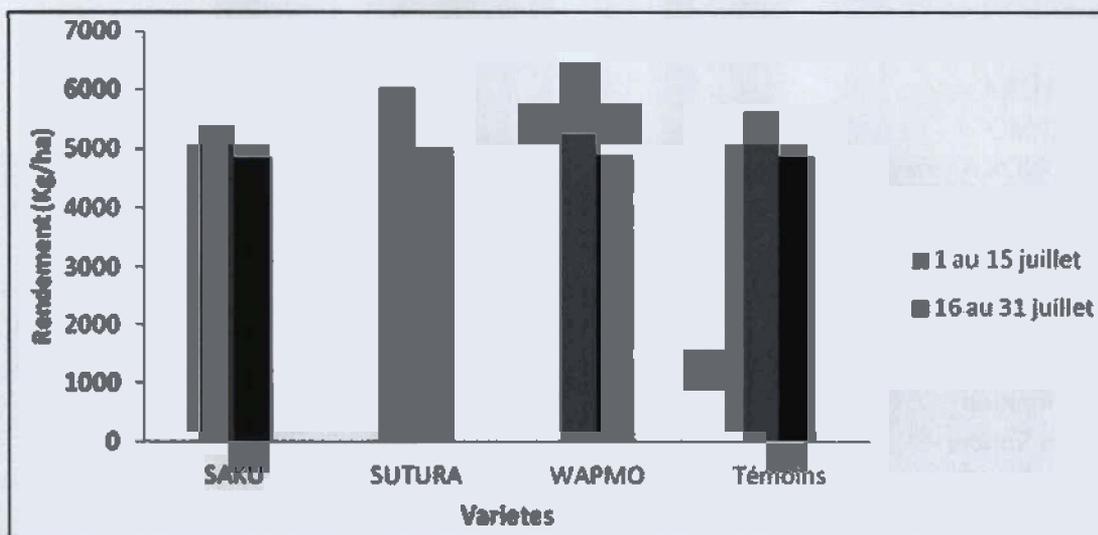


Figure 2. Variation du rendement des variétés de riz cultivées en fonction des périodes de semis

**Tableau II.** Variation du rendement des nouvelles introductions comparées à la variété paysanne en fonction des périodes de semis.

Traitements	Rendement (kg/ha)
<b>Facteur Variété</b>	
SAKU	5 119
SUTURA	5 519
WAPMO	5 085
NIONOKA (témoin)	5 249
<b>Facteur Périodes de semis</b>	
1 <sup>er</sup> au 15 juillet	5 579
16 au 31 juillet	4 900
<b>Signification</b>	
Effet Variété	0,611 (NS)
Effet Période de semis	0,009 (HS)
Interaction Variété x Périodes de semis	0,833 (NS)

HS: hautement significatif

NS: non significatif

**Tableau III.** Résultats du rendement (kg/ha) interaction variétés et dates de semis.

Variétés	Périodes de semis des pépinières	
	1 <sup>er</sup> au 15 juillet	16 au 31 juillet
SAKU	5 388	4 850
SUTURA	6 024	5 014
WAPMO	5 276	4 893
NIONOKA (témoin)	5 627	4 871

Les meilleures dates de semis des variétés SAKU, SUTURA et WAPMO se situeraient entre le 1<sup>er</sup> et le 15 juillet.

### 3.3. Variation du rendement par rapport à l'âge des plants au repiquage

L'impact de l'âge des plantules au repiquage sur le rendement est illustré dans le tableau IV.

L'analyse de la variance a montré les seuils de signification  $P = 0,481$  et  $P = 0,001$  respectivement pour les variétés et l'âge des plants au repiquage (Tableau IV). Pour l'interaction variété et âge des plantules au repiquage le seuil de signification  $P = 0,938$ . Le rendement des variétés a varié en fonction de l'âge des plantules. Le meilleur rendement est obtenu avec les plantules qui ont été repiquées à l'âge de 15 jours.

**Tableau IV.** Variation du rendement des nouvelles introductions comparées aux variétés paysannes en fonction de l'âge des pépinières.

Traitements	Rendement (kg/ha)
<b>Facteur Variété</b>	
SAKU	5 119
SUTURA	5 519
WAPMO	5 085
NIONOKA (Variété témoin)	5 249
<b>Facteur Âge pépinière</b>	
01 à 15 jours	6 071
16 à 30 jours	5 357
31 à 45 jours	5 618
46 à 60 jours	3 705
<b>Signification</b>	
Effet Variété	0,481 (NS)
Effet Âge pépinière	0,001 (HS)
Interaction Variété x Âge pépinière	0,938 (NS)

HS: hautement significatif

NS: non significatif

#### IV. Discussions

La date de semis et l'âge des plantules de riz au repiquage occupent une place importante dans la production du riz. Ils jouent un rôle primordial dans l'adaptation du matériel génétique aux changements climatiques selon les zones de production rizicole, la disponibilité en eau d'irrigation, les conditions édaphiques, climatiques et le comportement humain. La température optimale pour la culture du riz est entre 25°C et 35°C (De Los Reyes *et al.*, 2003). Les variétés semées dans la première quinzaine de juillet avaient plus de 50% de floraison en octobre 2011 et la température minima moyenne était de 25,7°C (Météo Mali, 2011). Par contre, celles semées pendant la deuxième quinzaine du mois de juillet avaient atteint 50% de floraison en novembre 2011 et la température minima moyenne était à 20,6°C. Le bon comportement des variétés introduites pendant la première quinzaine du mois de juillet pourrait être expliqué par la

faible influence des températures minima et maxima sur la floraison des plants par rapport à la deuxième quinzaine du même mois. La température minima plus élevée réduit le rendement de riz et le mécanisme pourrait être dû à la perte plus élevée de carbone par augmentation de la respiration (Ziska and Bunce, 1998). Cependant selon Welch *et al.* (2010), la température maxima supérieure augmente le rendement du riz, probablement grâce à l'amélioration de l'accumulation des assimilés, la faible respiration, le tallage maximal, l'expansion des surfaces foliaires, l'élongation de la tige et le remplissage rapide du grain (Peng *et al.*, 2004). Peng *et al.* (2004) utilisant les données expérimentales de 1979 à 2003, ont montré que le rendement du riz paddy peut être plus sensible à la température minima journalière qu'à celle maxima journalière. La réaction négative entre le rendement du riz et la température minima journalière provient de l'élévation spécifique de la respiration nocturne (Peng *et al.*, 2004 et

Cho et Oki, 2012). Ce paramètre pourrait en partie expliquer le bon niveau des rendements obtenus dans la première quinzaine du mois de juillet par rapport à ceux de la deuxième quinzaine du même mois.

Le bon niveau de rendement obtenu avec les jeunes plants repiqués est dû à leur plus grande capacité de reprise car les différents organes, y compris les racines, supportent mieux les chocs de repiquage de blessure sur les racines dont la taille est courte à la période l'arrachage (Khakwani *et al.*, 2005). Cela résulte de l'implication de toute la structure racinaire dans l'absorption et le transport des éléments nutritifs dans les différents organes des jeunes plants qui pourront produire plus tard ceux plus vigoureux à la phase de reproduction.

Le moment opportun de repiquage est lié à la connaissance de la période de début de tallage du riz et le temps que celui-ci peut prendre. Les résultats ainsi obtenus montrent qu'il est bon de repiquer les plants les moins âgés. Les plants de riz peuvent subir un choc après arrachage en pépinière, se traduisant par un ralentissement de la croissance et du développement qui peut durer une à deux semaines après repiquage (Defoer *et al.*, 2008). Pour continuer à se développer, la plante doit produire de nouvelles racines, puisque la plupart des anciennes racines parviennent difficilement à surmonter le choc de l'arrachage. Une jeune plante repiquée aura moins de mal à supporter ce choc parce qu'elle a moins de nouvelles racines à produire pour se réinstaller, par rapport à une vieille plante qui doit fournir beaucoup d'effort pour remplacer les vieilles racines par de nouvelles autres, pour récupérer du choc. La production rapide de nouvelles racines après repiquage accélère le tallage du riz entre 20 et 50 jours après le semis (Defoer *et al.*, 2008). Lorsque le repiquage intervient trop tard, le riz a peu de temps pour produire beaucoup de talles, donc cela peut réduire le rendement. Ces résultats confirment ceux du PRI-Niono en 1995, par rapport à l'âge des pépinières au repiquage. De ces observations, il serait utile de recommander aux producteurs d'éviter de repiquer les plants de pépinières âgées au-delà de 30 jours.

## V. Conclusion

Les variétés de riz testées ont montré une bonne adaptabilité dans les conditions agro-climatiques des régions de Gao et de Tombouctou. Une différence de rendement a été observée entre :

- les variétés en fonction des sites expérimentaux ;
- les périodes semis des pépinières en fonction des variétés ;
- l'âge des pépinières au repiquage en fonction des variétés.

Sur l'ensemble des sites, la variété SUTURA a enregistré le meilleur rendement.

La période propice de semis des pépinières des nouvelles introductions est la première quinzaine du mois de juillet et l'âge limite de repiquage des plantules est de 30 jours.

## VI. Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur reconnaissance à la Banque Mondiale pour leur aide financière (dans le cadre du financement de l'étude Test d'introduction des variétés de riz NERICA irriguées dans les Périmètres Irrigués Villageois (PIV) des régions nord du Mali) ainsi que le CORAF et le CNS-Riz pour la formation en rédaction scientifique et la publication de l'étude ci-dessus indiquée. Les erreurs et omissions éventuelles sont sous la seule responsabilité des auteurs.

## VII. Références

- BASAL H, UNAY A., CANAVAR O. and YAVAS I., 2009. Combining ability for fiber quality parameters and within-boll yield components in intraspecific and interspecific cotton populations. *Spanish J. Agric. Res.* 7(2): 364-374.B.G.
- DE LOS REYES, MYERS S. J., and MCGRATH J.M., 2003. "Differential induction of glyoxylate cycle enzymes by stress as a marker for seedling vigor in sugar beet (*Beta vulgaris*)" *Molecular Genetics and Genomics*, vol. 269, no. 5, pp. 692-698.

- DIARRA S. B., TRAORE P. et KEITA F., 2014. L'inclusion des femmes, des jeunes et des pauvres dans la chaîne de valeur du riz au Mali. OMA/USAID/Université d'Etat de Michigan, DNA (2013).
- DEFOER T., WOPEREIS M.C.S., DIACK S., IDINOBA P. et l'équipe du PSSDRI/AKF, 2008. Curriculum APRA-GIR : Manuel du facilitateur
- JAEIL CHO and TAIKAN OKI, 2012. Application of temperature, water stress, CO<sub>2</sub> in rice growth models, *RICE*, 5, DOI: 10.1186/1939-8433-5-10.
- KHAKWANI ABDUL AZIZ, SHIRAIISHI MASAOKI, ZUBAIR MUHAMMAD, BALOCH MOHAMMAD SAFDAR, NAVEED KHALID, AWAN INAYATULLAH, 2005. Effect of seedling age and water depth on morphological and physiological aspects of transplanted rice under high temperature. *Journal of Zhejiang University Science*. ISSN 1009-3095. models. *A Springer Open Journal*. 5:10.
- MÉTÉO MALI, 2011 : données météo du Mali.
- PADALIA C.R., 1980. Effect of age of seedling on the growth and yield of transplanted rice. *Oryza*, 81:165-167.
- PENG S, HUANG J, SHEEHY JE, LAZA RC, VISPERAS RM, ZHONG X, CENTENO GS, KHUSH GS, CASSMAN KG., 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *P Natl Acad Sci USA* 101:9971-9975.
- RAHMAN H. U., MALIK S. A. and SALEEM M., 2004. Heat tolerance of upland cotton during the fruiting stage evaluated using cellular membrane thermostability. *Field Crop Res.* 85(2-3): 149-158.
- RAHMAN H. U., MALIK S. A., SALEEM M. and HUSSAIN F., 2007. Evaluation of seed physical traits in relation to heat tolerance in upland cotton. *Pakistan J. Bot.* 39(2): 475-483.
- RAUFS., KHAN T. M., NAVEED A. and MUNIR H., 2007. Modified path to high lint yield in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under two temperature regimes. *Turk. J. Biol.* 31: 119-126.
- SAFDAR M. E., ALI A., MUHAMMAD S., SARWAR G. and AWAN T. H., 2008. Effect of transplanting dates on paddy yield of fine grain rice genotypes. *Pakistan J. Bot.* 40(6): 2403-2411.
- WELCH JR, VINCENT JR, AUFFHAMMER M, MOYA PF, DOBERMANN A, DAWE D., 2010. Rice yields in tropical/subtropical Asia exhibit large but opposing sensitivities to minimum and maximum temperatures. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 14562-14567.
- ZISKA LH, BUNCE JA, 1998. The influence of increasing growth temperature and CO<sub>2</sub> concentration on the ratio of respiration to photosynthesis in soybean seedlings. *Global Change Biology* 4: 637-643.

# **Amélioration de la qualité des farines de céréales produites par des moulins au Mali: détermination de la teneur en résidus métalliques des farines**

## **Improvement of the quality of cereal flours produced by mills in Mali: Determination of the metallic residue content in flours**

**Cissé O. T.**

Technologue des produits de la pêche, Comité National de la Recherche Agricole,  
Route de Koulouba. B.P. E 1911. Bamako - Mali  
Tél.: (+223) 20 22 71 65 / (+223) 66 75 02 71 - Email: [oumouni2006@yahoo.fr](mailto:oumouni2006@yahoo.fr)

### **Résumé**

Les céréales occupent une place importante dans l'alimentation humaine au Mali. Leur mouture se fait avec les broyeurs à meules métalliques, qui s'usent au travail, laissant des résidus de limaille de fer dans la farine produite. L'objectif de l'étude est de déterminer le taux de résidus métalliques dans les farines de céréales produites par des moulins au Mali. L'étude a été conduite dans cinq régions du Mali. À la suite de l'enquête de reconnaissance rapide, l'inventaire et l'échantillonnage des moulins ont été réalisés. L'enquête approfondie a été réalisée dans les villes de Kayes, de Koulikoro, de Sikasso, de Ségou, de Mopti et dans les six communes du District de Bamako. Des échantillons de farine de céréales ont été prélevés dans chaque ville pour la détermination de leur teneur en résidus métalliques.

Il est ressorti des résultats obtenus, que la plupart des échantillons de farine de céréales contiennent des résidus métalliques. Des propositions d'amélioration ont été formulées une meilleure qualité des farines de céréales produites par les moulins au Mali.

**Mots clés :** farine de céréales, moulin, meules, résidus métalliques.

### **Abstract**

Cereals occupy an important place in the human diet in Mali. Grinding is done with metal grinding mills, which wear out at work, leaving residues of iron filings in the flour produced. The objective of the study is to determine the rate of metal residues in cereal flours produced by grinding mills in Mali. The study was conducted in five regions of Mali. Based on a rapid recognition survey, the inventory and sampling of mills was carried out. The in-depth investigation was conducted in the cities of Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou and Mopti, and the six municipalities of the District of Bamako. Cereal flour samples were collected from each city in order to determine their metal residue content.

According to the results, most samples of cereal flour contain metal residues. Proposals for improvement were made for better quality cereal flours produced by mills in Mali.

**Key words:** cereal flour, mill, millstone, metal residue



**Farine de riz**



**Farine de blé**

## I. Introduction

Au Mali, le mil, le sorgho et le maïs, occupent la place dominante dans la production céréalière et dans l'alimentation des populations. Ces trois céréales constituent les cultures de premier rang avec des productions de 1 772 275 tonnes pour le mil,

1 212 440 tonnes pour le sorgho, 1 713 736 tonnes pour le maïs sur une production céréalière totale de 5 736 093 tonnes pour la campagne agricole 2013-2014 (DNA, 2013). Elles contribuent fortement à l'atteinte de la sécurité et de la souveraineté alimentaires et à la réduction de la pauvreté en milieu rural et urbain.

Les céréales sont consommées quotidiennement sous forme de pâte cuite accompagnée de sauce (*tô* en langue nationale bamanan), couscous, bouillie de farine issue de grains écrasés, cuits ou non, consommés avec du lait et du sucre (*dégué*), de galette, etc. L'utilisation de farines de céréales nécessite le décorticage et la mouture des grains, suivis de la préparation des aliments. La mouture des grains se fait le plus souvent dans les moulins de quartier, largement répandus dans les villes et petites agglomérations au Mali. Ce sont des broyeurs à meules métalliques de plusieurs marques. Ils facilitent la mouture des céréales, augmentent le rendement de la farine et réduisent la pénibilité du travail des ménagères, qui utilisent traditionnellement le mortier et le pilon pour avoir de la farine de céréales. Cependant, ces meules s'usent au travail, laissant ainsi des résidus métalliques dans la farine (François, 1988), et qui peuvent s'avérer à la longue nocifs pour la santé du consommateur et rendre moins compétitifs à l'exportation les produits transformés à base de farines de céréales provenant des minoteries (INRS - 70).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), considère que la santé publique dépend de plusieurs facteurs, dont la qualité de l'environnement, plus particulièrement de la teneur en polluants du sol, de l'eau, de l'air et des conditions de logement.

Les éléments traces métalliques (ETM) sont les 80 éléments constituant de la croûte terrestre, dont la concentration est inférieure à 0,1%. Les éléments en traces peuvent être des métaux (Pb, Zn, Cu, etc.), des métalloïdes (As, B, Se) ou des non métaux (N, F, Cl, Br).

Le terme métaux lourds regroupe les 65 éléments en traces qui présentent une masse volumique supérieure à 5g/cm<sup>3</sup> pouvant avoir un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes végétaux et animaux. Dans les études environnementales, le terme est souvent associé au qualificatif de toxique, en omettant de signaler qu'en faibles concentrations certains ETM sont des nutriments indispensables pour le vivant (Jean Paulin KI, 2000).

Des teneurs de 0,5 à 17 mg de résidus métalliques ont été obtenues dans des échantillons de farine, prélevés dans différentes minoteries du District de Bamako (ROCAFREMI, 2001).

Pour obtenir des farines plus fines et sèches à la mouture et minimiser le risque de la présence de limaille de fer à partir des broyeurs à disques, des recherches menées au Sénégal ont permis d'obtenir avec le broyeur à marteaux (Alpine) des farines de sorgho et de mil de bonne qualité (ROCAFREMI, 2000).

L'objectif de la présente recherche est de déterminer le taux de résidus métalliques dans les farines de céréales produites par des moulins au Mali, en vue d'améliorer leur qualité.



## II. Matériel et méthodes

Les activités réalisées ont été les enquêtes auprès des meuniers, des ménagères et des consommateurs, et la détermination de la qualité physico-chimique des échantillons de farines de céréales.

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Sites d'étude

Les enquêtes ont été menées auprès des meuniers, des ménagères, et des consommateurs, dans des quartiers du District de Bamako et des capitales régionales de Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou et Mopti, au Mali. Les échantillons de farine ont été prélevés au niveau des moulins échantillonnés dans les mêmes sites.

#### 2.1.2. Farines analysées

En vue des opérations d'analyses, deux cents grammes (200 g) de farine de mil, de sorgho, de maïs ou de riz, ont été prélevés dans chacun des moulins concernés par l'étude.

### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Enquêtes

L'échantillonnage des quartiers a été fait en tenant compte des critères que sont la présence de plusieurs moulins, la fréquence d'utilisation du moulin, la quantité de céréales à moudre, le type de broyeur (meules ou marteaux) et la source d'énergie.

Ainsi, au niveau du District de Bamako, constitué de 6 communes, dix huit (18) quartiers, à raison de 3 quartiers par commune, ont été retenus. En ce qui concerne les 5 capitales régionales (villes de Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou et Mopti), 15 quartiers ont été retenus à raison de 3 par ville; trois (3) moulins par quartier et 3 échantillons de farine ont été constitués par moulin. Les échantillons de moulins dans les quartiers ont été les suivants:

- Kayes N'di, Kayes Khasso et Kayes Légal Ségou;

- Doumanzana, Boukassoumbougou et Bancani en Commune I, District de Bamako;
- Bagadadji, Niaréla et Hippodrome en Commune II, District de Bamako;
- Dravéla, N'tomikorobougou et Koulouba en Commune III, District de Bamako;
- Djicoroni Para, Sébénikoro et Lafiabougou en Commune IV, District de Bamako;
- Daoudabougou, Kalaban Coura et Sabali-bougou en Commune V, District de Bamako;
- Magnambougou, Niamakoro et Sénou en Commune VI, District de Bamako;
- Koulikoroba, Souban et Flala Koulikoro, ville de Koulikoro;
- Hamdallaye, Mancourami 1 et Sanoubougou 1, ville de Sikasso;
- Bagadadji, Darsalam et Pélingana nord, ville de Ségou;
- Bamako-Coura, Médina-Coura et Komoguel I, ville de Mopti.

Parallèlement, des fiches d'enquête ont été élaborées et administrées aux:

- Meuniers sur:
  - les caractéristiques du moulin:
    - la marque et l'origine;
    - l'âge et la puissance du moteur;
  - la durée de vie des meules;
  - la fréquence de rétaillage des meules;
  - les causes d'usure des meules;
  - les propositions de solutions.
- Ménagères sur:
  - les plats à base de farines de céréales;
  - les méthodes de mouture des céréales;
  - les critères de qualité de la farine;
  - les causes de la présence de poudre métallique dans la farine;
  - les conditions de transport des céréales et des farines au moulin;
  - les propositions de solutions.

- Consommateurs sur :
  - les plats consommés ;
  - les critères de qualité ;
  - les conditions de conservation ;
  - les contraintes rencontrées dans la consommation et la conservation des plats ;
  - les propositions de solutions.

L'interprétation des données saisies a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS.

### 2.2.2. Détermination des résidus métalliques dans les farines de céréales

L'analyse des différents échantillons de farine a été faite par la méthode d'extraction au DTPA (Acide Diéthylène Triamine Penta Acétique) et le dosage par absorption atomique. L'EDTA est couramment utilisé pour estimer la biodisponibilité des métaux tels que Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni, Cr, As et les éléments majeurs tels que Fe, Mn, Ca, N..., à pH=7 dans les sols agricoles. C'est un agent complexant très puissant, qui forme avec les espèces métalliques des composés stables et solubles.

L'étude a été limitée seulement à la détermination de la présence de résidus métalliques dans les farines, en utilisant cette méthode sur les métaux lourds.

La solution extractive est obtenue par dissolution à froid de  $3,723 \pm 0,005$  g d'EDTA et  $77g \pm 0,005$  g d'acétate d'ammonium ( $CH_3COONH_4$ ) dans  $400 \text{ ml} \pm 0,1$  ml d'eau en fiole jaugée de 1000 ml. Après dissolution, ajouter 450 ml d'eau distillée puis amener la température à 20°C. Maintenir cette température, mesurer le pH et, si nécessaire, l'ajuster à  $pH=7 \pm 0,05$  à l'aide des solutions d'ammoniac ou d'acide acétique. Ajuster le volume.

Le choix du pH de 7 constitue un compromis entre le maximum de solubilité de nombreux anions et l'augmentation de la chélation des cations, ce qui fait de ce type d'extraction une procédure applicable aux espèces formant

des oxy-anions (As, Cr, Mn...) comme aux cations (Cd, Pb, Zn...) (Jean Paulin KI, 2000).

## III. Résultats

### ✓ Au niveau des meuniers

Les broyeurs utilisés pour la mouture des céréales au Mali sont tous des moulins à meules, à moteur diesel ou électrique de 4 à 8 chevaux, avec une durée du travail d'environ 12 heures par jour. L'arachide, le fonio, le maïs, le mil, le niébé, le riz, le sorgho, le voandzou, etc., sont traités par les moulins.

La mouture au moulin consiste à faire passer les grains entre deux disques métalliques dont l'un est mobile.

L'écartement entre les disques permet de régler la granulométrie de la farine. Sur la surface des disques sont réalisées des entailles de forme radiale qui permettent l'évacuation de la farine. Les disques métalliques peuvent moudre le grain sec, le grain humide et les oléagineux. Ils donnent une farine plus grossière, à gros rendement. La fabrication locale est plus difficile (Bitibaly et Bonou, 1984). Les pièces de rechange sont surtout le piston, la bielle et le segment. Les causes d'usure des meules sont l'impureté des grains et l'insuffisance d'entretien du moteur.

Les mesures à envisager pour éviter l'usure des meules sont entre autres, la propreté des céréales à moudre, le contrôle de l'homogénéité du grain et l'entretien régulier du moulin.

L'entretien des broyeurs à meules consiste principalement dans le taillage au besoin des meules, pour un débit élevé et leur changement périodique. Le taillage des meules se fait au plus 6 fois par mois, et une meule, en fonction de la céréale, peut travailler pendant un an.

### ✓ Au niveau des ménagères

Plus de 70 % de ménagères ont constaté visuellement, la présence de particules métalliques au fond de laalebasse contenant

de la farine diluée dans l'eau, pour la préparation du *tô* ou de la bouillie.

✓ **Au niveau des consommateurs**

Comme base de l'alimentation au Mali, la fréquence de consommation des plats à base de farines de céréales varie d'une famille à

l'autre : matin et soir pour les grandes familles : 1 à 4 fois par semaine, pour les familles petites et moyennes.

Par rapport à la présence de résidus métalliques dans les farines, les résultats des analyses sont donnés dans le tableau I.

**Tableau I. Taux de résidus métalliques dans les échantillons de farines de céréales**

Quartier	Résidus métalliques en mg/kg de farine				
	Maïs	Mil	Sorgho	Riz	Blé
Kayes Khasso	0,30	0,54	0,46		
Kayes Légal Ségou	0,66	0,62	0,49		
Kayes N'di	0,46	0,44	0,43		
Doumanzana	traces				
Boukassoumbougou			0,91		
Banconi		1,98			
Bagadadji				traces	
Niaréla			0,02		
Hippodrome		1,28			
Dravéla	traces				
N'tomikorobougou			0,22		
Koulouba		0,70			
Djicoroni Para	0,41				
Sébénikoro			traces		
Lafiabougou		0,37			
Daoudabougou	0,82				
Sabalibougou			1,52		
Kalaban Coura		traces			
Magnambougou	1,10				
Niamakoro			traces		
Sénoù		3,27			
Koulikoroba	traces	traces	1,09		
Souban	1,55	0,09	1,70		
Flala Koulikoro	1,05	traces	1,09		
Hamdallaye	2,67	1,9	3,28		
Mancourani I	1,02	2,05	2,67		
Sanoubougou 1	1,50	2,04	2,50		
Bagadadji	1,05	2,04	2,50		
Darsalam	1,46	2,36	3,40		
Pélangana Nord	1,30	0,11	0,55		
Bamako-Coura	2,52	0,63	0,95		
Médina-Coura	0,11		1,16		0,90
Komoguel I	0,74	1,20			0,98

#### IV. Discussion

Les résultats des enquêtes auprès des meuniers et des ménagères ont été confirmés par les résultats des analyses effectuées sur la présence de résidus métalliques dans les farines au niveau de tous les sites de l'étude.

En effet, à l'exception des échantillons de farine de maïs à Doumanzana, Dravéla et Koulikoroba, de riz à Bagadadji, de sorgho à Sébénikoro et Niamakoro et de mil à Kalaban Coura, Koulikoroba et Flala Koulikoro qui avaient des traces, tous les autres échantillons contenaient des résidus métalliques. Les taux les plus élevés, compris entre 1,02 et 3,40 mg/kg de farine, ont été observés pour les échantillons de farines de Kayes, Mopti, Ségou, Sikasso et Sénou. Ces taux restent inférieurs au taux de 17 mg de résidus métalliques/kg de farine constaté dans les farines de moulins à Bamako dans l'étude ROCAFREMI, 2001.

Cette situation pourrait s'expliquer par la fréquence de taillage, qui peut être une des causes majeures de passage de poudre métallique dans les farines ; les meules s'usant rapidement sont donc fréquemment retaillées.

En effet, il a été rapporté que les plus fortes quantités de résidus métalliques ont été obtenues dans les farines issues des moulins à meules nouvellement retaillées (ROCAFREMI, 2001).

Les moulins à meules sont équipés de meules en aggloméré carbure de silicium ( $\varnothing$  200 mm) et sont livrés avec une paire de meules en acier. La farine est plus grossière avec un faible rendement. Ils sont, en général, préférés du fait de leur polyvalence (grains secs ou humides, oléagineux...), mais leur fabrication locale est plus difficile (Bitibaly et Bonou, 1984).

La dureté du grain de maïs sec, reste une contrainte importante pour les moulins à disques métalliques. Certaines variétés améliorées de maïs, à grain vitreux et dur, nécessitent pour l'obtention d'une farine fine, un nombre de passages au moulin deux fois plus élevé que pour la mouture des variétés locales à grain tendre (Tchamo, 1993).

Grâce à la céramique au carbure de silicium, les propriétés du matériau restent constantes jusqu'aux températures supérieures à 1400°C. Le carbure de silicium se comporte quasiment comme du diamant. Il est non seulement le matériau céramique le plus léger mais aussi le plus dur. Il présente également une excellente conductivité thermique, une faible dilatation thermique et une haute résistance aux acides et bases, à la corrosion, à l'abrasion, à l'érosion, et à l'usure par friction. Le carbure de silicium s'utilise dans les usines chimiques, les moulins, les dispositifs d'expansion et extrudeuses ; il est non toxique et peut être utilisé dans l'industrie alimentaire (Wikipedia Ceram tech Le Silicium).

**Faites d'alliage d'acier et de fonte, les meules métalliques s'usent sous l'effet du frottement et exigent d'être aiguisées régulièrement (Jean Paulin KI, 2000).**

Au Mali, il n'y a pas encore de normes fixant le taux de résidus métalliques dans la farine de céréales. L'application de bonnes pratiques de mouture des céréales permettra de réduire le taux de résidus, voire à terme de produire de la farine exempte de résidus métalliques, avec l'utilisation du broyeur à marteaux, résistant à l'abrasion type acier au manganèse, fer, inox, aluminium, acier anti-usure. Ils sont fabriqués en acier spécial trempé à l'huile. Ils sont réversibles et peuvent servir quatre fois. Une gamme complète de grille est livrable, avec au moins trois grilles de diamètres différents.

Pour les deux types de broyage, l'entraînement est mécanique, avec un moteur diesel ou électrique. Le principe est basé sur l'écrasement des grains secs ou humides et de certains oléagineux avec une granulométrie définie par l'écartement entre les disques. Le débit théorique varie de 100 à 300 kg/h pour le broyeur à meules. Pour le broyeur à marteaux, la mouture se fait par percussion des céréales à l'état sec, fixée par la grosseur du tamis de sortie. Le débit théorique varie de 100 à 500 kg/h (suivant la grille de sortie).

Par rapport à la maintenance, le rétaillage et le changement des disques sont effectués pour le broyeur à meules, le retournement et le

changement des marteaux, et le changement de la grille sont effectués pour le broyeur à marteaux.

Les moulins de fabrication locale, dont l'entretien peut être assuré sur place sont à promouvoir (François, 1988). En Afrique sahélienne, la diffusion des broyeurs à marteaux est plus rapide que celle des moulins à disques (Sautier et O'Deye, 1989).

Les moulins à marteaux offrent l'avantage d'être moins coûteux à l'achat et de pouvoir être facilement construits localement, comme par exemple au Sénégal, en Gambie, au Congo et au Cameroun.

Ils peuvent être alors jusqu'à trois fois moins chers que les modèles importés (François, 1988). Ils sont par ailleurs moins coûteux en énergie, quand on considère que deux ou trois passages sont nécessaires pour un moulin à meules métalliques et donnent une farine plus fine, sans résidus métalliques.

Toutefois, ce changement technologique peut poser quelques problèmes: la réticence des meuniers se manifeste pour les grains humides du fait du colmatage de la grille de sortie et des pertes de débit du moulin; une partie de la farine est collée à l'intérieur du moulin et ne se détachera qu'après séchage partiel des produits, lors des moutures ultérieures. De ce fait, le client abandonne une partie de la farine dans la machine.

Le séchage du grain décortiqué avant passage au moulin à marteaux, est utilisé, notamment, en milieu rural en Afrique australe, au Malawi et semble aussi en cours d'adoption au Mali (Sautier et O'Deye, 1989).

Les broyeurs à marteaux peuvent être utilisés comme broyeur de village ou bien pour la petite industrie de broyage. Ils sont à moteur électrique (10 Cv) ou à moteur diesel (11 Cv), avec des gammes de grille variant de 0,35 à 7,0 mm. Grâce à leur reproductibilité possible localement, les moulins à marteaux constituent probablement le principal créneau pour l'amélioration de la qualité sanitaire des farines de céréales.

## V. Conclusion et perspectives

L'étude a révélé la présence de résidus métalliques dans presque tous les échantillons de farines de céréales. Ces résidus métalliques proviennent de l'usure des meules métalliques, constituées de carbure de silicium, non toxique à dose réduite (CeramTec, 2015) et utilisé dans l'industrie alimentaire. Les farines de céréales sont quotidiennement consommées et la présence de résidus métalliques pourrait s'avérer nocive à long terme pour la santé des consommateurs. Des mesures d'hygiène et de bonnes pratiques de mouture doivent donc être respectées pour réduire le taux de résidus dans les farines de céréales, à savoir :

- l'information et la sensibilisation des meuniers aux bonnes pratiques de mouture ;
- le contrôle de la qualité des meules à l'importation et à l'utilisation ;
- le remplacement des broyeurs à meules par les broyeurs à marteaux et la formation des meuniers à leur utilisation.

En vue d'améliorer la qualité des farines issues des moulins, diverses autres mesures pourraient être l'alphabétisation des meuniers, l'actualisation et l'application de la réglementation adéquate, l'amélioration des techniques et méthodes de préparation, de manipulation et de transport des grains au moulin, la formation des ménagères aux bonnes pratiques d'hygiène alimentaire et l'éducation des consommateurs.

L'utilisation du broyeur à marteaux présente moins de risques de transfert de particules métalliques dans les farines et devrait être développée, dans le cadre de l'amélioration de la qualité physico-chimique des farines issues des moulins au Mali.

Les broyeurs à marteaux sont électriques ou diesel.

Peu de recherches concernent les consommateurs. Or, leurs comportements alimentaires jouent probablement un rôle dans l'évolution quantitative et qualitative de l'alimentation.

Des recherches devraient être conduites sur l'effet des résidus métalliques dans les farines de céréales et sur la santé des consommateurs. L'accent serait mis sur: la mise au point d'un système et la définition de règlements appropriés pour l'intégration de la minoterie dans le secteur formel, l'évaluation de l'impact des facteurs environnementaux naturels sur la qualité des farines et la définition de normes sur les farines issues des moulins.

## VI. Références

BITIBALY S.M., BONOU A., 1984. *In*: Séminaire sur les moulins des groupements villageois, Ouagadougou, 26-30 mars 1984, Rome, Italie, FAO, p. 12-16.

CeramTec, 2015. *Céramique technique – les experts en céramique*

CPS/SDR, 2013. Rapport de la campagne 2011-2012 et résultats provisoires 2012-2013

DNA, 2013. Synthèse du plan de Campagne Agricole 2013-2014.

FRANÇOIS M., 1988. Du grain à la farine: le décorticage et la mouture des céréales en Afrique de l'Ouest. Collection "le Point sur les Technologies". CF, CTA/GRET. 1988.

INRS – 70. Silice cristalline. Santé et sécurité au travail

JEAN PAULIN KI, 2000. *Les technologies appropriées en zone rurale: cas du moulin à grains dans le département de Toma au Burkina Faso*. Université Catholique d'Afrique Centrale, Yaoundé - Maîtrise en Sciences Sociales.

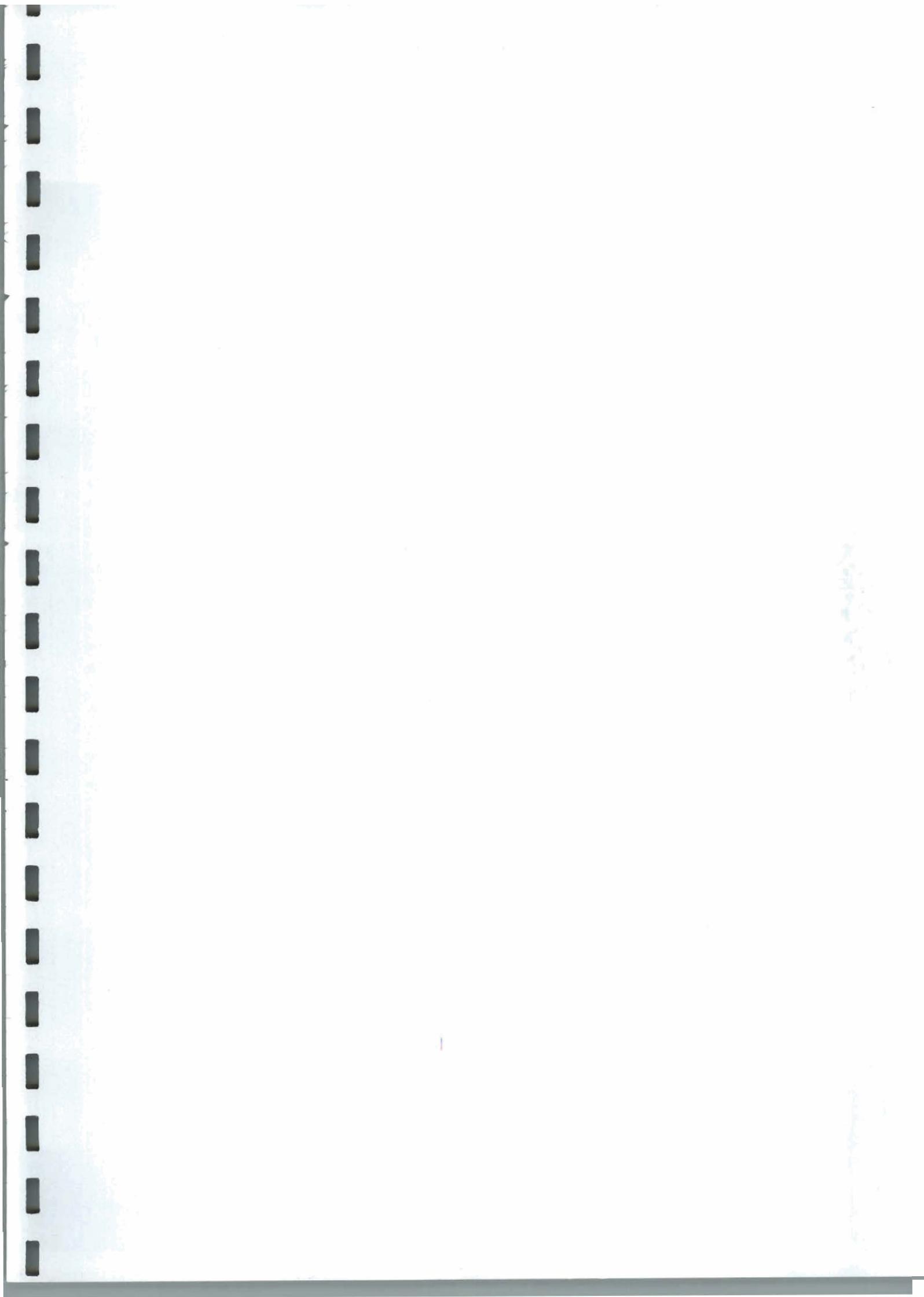
ROCAFREMI, 2001. Rapport d'activités du projet «Promotion du mil par l'amélioration des technologies de transformation».

ROCAFREMI, 2000. Introduction et test de performances du broyeur à marteaux (Alpine) du Sénégal pour la mouture du mil et du sorgho

SAUTIER D., O'DEYE M., 1989. Mil, maïs, sorgho techniques et alimentation au Sahel. Paris, France, L'Harmattan, p. 167.

TCHAMO P., 1993. Stratégie d'amélioration du maïs destiné à la consommation humaine dans l'Est du Cameroun. *In*: Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et l'inventaire des gènes? Paris, France, AUPELF-UREF, p. 347-357.

Wikipedia Ceram tech. Le Silicium.





**Institut d'Économie Rurale (IER)**

**Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05**

**Fax : (223) 20 23 37 75**

**B.P. 258**

**Rue Mohamed V**

**Bamako, Mali**