



# LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

P255

Institut d'Economie Rurale – Revue Semestrielle – n° 26 – Janvier - Juin 2018 – ISSN 1987 - 0000

n° 26

**Effet à long terme de la fertilisation organo-minérale sur la fertilité du sol et le rendement du riz de bas-fond** 1

**Descripteurs de performances agronomiques de *Vitellaria paradoxa* Gaernt. F. (karité) et caractérisation morphologique de pieds performants pour la production abondante de beurre et de pulpe de qualité au Mali** 11

**Contribution à la caractérisation des systèmes d'élevage de pintades en milieu rural du Mali** 23

**Résultats d'une enquête sérologique sur la maladie de Newcastle et la bursite infectieuse chez la pintade (*Numida meleagris*) en milieu rural au Mali** 37

**Effet de l'inoculation des isolats bactériens sur la symbiose bénéfique du maïs avec les mycorhizes (*Glomus intraradices*) en présence du Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) dans les conditions de serre** 45

**Utilisation des gousses et des feuilles de *Piliostigma reticulatum* (L.) : cas du village de Dimakuy-Siracoro (Timissa), cercle de Tominian en zone sahélienne au Mali** 57



P255



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

---

**N° 26 – Janvier – Juin 2018**

---

**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**



## 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 Hamidou Nantoumé  
**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'ÉCONOMIE 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. Pagination

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.

# Effet à long terme de la fertilisation organo-minérale sur la fertilité du sol et le rendement du riz de bas-fond

## Long-term effect of organo-mineral fertilization on soil fertility and lowland rice yield

Doumbia Y.<sup>1\*</sup>, Sidibé B.<sup>1</sup>, N'diaye M. K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Économie Rurale (IER), Bamako, Mali

<sup>2</sup>Centre du Riz pour l'Afrique (AfricaRice), Cotonou, Bénin

\*Courriel: yacoudoumbia55@yahoo.fr

### Résumé

Les bas-fonds au Mali constituent une forte opportunité d'intensification et de diversification agricoles. Longtemps cultivés en riz sans restitution organique ou minérale, la gestion de la fertilité des sols des bas-fonds demeure un problème majeur. Le pH des sols a été fortement acide. Le taux de matière organique a été moyen. Un essai sur l'effet à long terme de la fertilisation organo-minérale sur la fertilité et le rendement du riz a été conduit en station à Longorola de 2002 à 2011 à Sikasso au Mali. La variété Sik131 a été utilisée dans la frange moyenne. Neuf traitements constitués par la combinaison de trois niveaux de fertilisation minérale et trois sources de restitution organique ont été testés. Le dispositif était un factoriel en quatre répétitions. Les résultats d'analyse de sols ont montré en général une légère baisse de l'acidité du sol. Les teneurs en azote et potassium ont été faibles. Le niveau de P assimilable a été relativement élevé.

L'analyse des rendements a révélé une interaction hautement significative. La fertilisation organo-minérale a amélioré le rendement. Les combinaisons de fertilisation minérale et organique restent les meilleures options pour un objectif supérieur à 2,5 t ha<sup>-1</sup>. La restitution organique associée ou pas à la fertilisation minérale a permis d'obtenir de façon durable un rendement moyen de plus de 2 t ha<sup>-1</sup>.

**Mots clés:** hydromorphes, fertilité, fertilisation organique, minérale, acidité.

### Abstract

In Mali, lowlands constitute a strong opportunity for agricultural intensification and diversification. On these soils cultivated during a long time with no organic or mineral fertilizer, fertility management is a major constraint. The pH of the soil is strongly acid and organic matter content is moderate. From 2002 to 2011, an experimentation was led at the Longorola station, to study the long-term effect of organo-mineral fertilization on soil fertility and rice yield. The variety Sik131 was used on medium fringe. The trial had nine treatments constituted by a combination of three levels of mineral fertilizer and three sources of organic manure. The design was a factorial with four replications. General tendency shows a light reduction of soil acidity on all plots. Soil nutrients content is weak for nitrogen and potassium and relatively high for assimilable phosphorus.

Analysis of the outputs of the experimentation revealed a highly significant interaction. Organo-mineral fertilization improved rice yield. Combinations of mineral and organic fertilization remain the best options to obtaining yields higher than 2,5 t ha<sup>-1</sup>. Organic restitution, associated or not with mineral fertilizer, is a sustainable way to obtain an average yield of more than 2 t ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** hydromorphic, fertility, organic fertilization, mineral, acidity.

## I. Introduction

Les bas-fonds représentent environ 8% des surfaces rizicoles au Mali et plus de 17% des terres arables au Mali-Sud (Bariau, 1993). Ce potentiel constitue une grande opportunité d'intensification et de diversification agricoles. Les bas-fonds ont été longtemps cultivés en riz pendant la saison pluvieuse par une population à dominance féminine. En saison sèche froide et chaude, les cultures maraîchères sont pratiquées sur de petites surfaces.

Le pH de ces sols hydromorphes, compris entre 4,22 et 4,61, est fortement acide, avec un taux moyen de matière organique de 2,12%. Ces sols ont été longtemps cultivés sans restitution organique ou minérale.

Dans ce contexte, les rendements obtenus, très variables, allant de 1000 à 1500 kg ha<sup>-1</sup>, avec des variétés à potentiel très élevé, sont très faibles. Les causes de cette variabilité et faiblesse des rendements ne sont pas bien connues. Des études ont montré que la variabilité est liée à de multiples causes, notamment, la pauvreté des sols (Doumbia *et al.*, 2006; Wopereis *et al.*, 1999), la pression des ravageurs (ORM, 2009), les aléas pluviométriques et les crues prolongées.

L'objectif de la présente étude était de déterminer l'effet à long terme de la fertilisation organo-minérale sur la fertilité du sol et sur le rendement du riz, afin de mieux appréhender les questions de pauvreté des sols et de proposer des solutions visant à améliorer la fertilité des sols de bas-fond et le rendement du riz, par des pratiques de gestion durable.

## II. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériels

#### 2.1.1. Site de l'étude

L'étude est une expérimentation à long terme qui a débuté en 2002 au Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso de l'Institut d'Économie Rurale, au Mali. Elle a été conduite à la Station de Recherche

Agronomique de Sikasso/Longorola, qui reçoit une pluviométrie annuelle de 1000 à 1200 mm.

#### 2.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé a été la variété Sik131. Elle a un cycle semis maturité de 130 jours, avec une hauteur de 95 cm. Adaptée aux lames d'eau de 0 à 25 cm, la variété Sik131 a un rendement moyen de 3000 kg ha<sup>-1</sup>.

### 2.2. Méthodes

L'essai était constitué par la combinaison de 3 niveaux de fertilisation minérale et 3 sources de restitution organique.

Les niveaux de fertilisation minérale ont été :

- F1 : pas d'engrais (témoin minéral);
- F2 : 50 kg ha<sup>-1</sup> N + 20 kg P ha<sup>-1</sup>;
- F3 : 100 kg ha<sup>-1</sup> N + 20 kg P ha<sup>-1</sup> + 25 kg K ha<sup>-1</sup>.

Les sources de restitution de matière organique ont été :

- M1 : pas de matière organique (témoin organique);
- M2 : paille produite sur la parcelle;
- M3 : 5 tonnes de fumier de parc par hectare.

La fertilisation minérale a été apportée sous forme d'urée, de Di-Ammonium phosphate (DAP) et de Chlorure de potassium (KCl). La fertilisation organique était constituée par le fumier de parc et la paille produite au niveau de différentes parcelles des traitements concernés. Cette restitution organique a été faite annuellement.

Le dispositif utilisé a été un factoriel en blocs, 9 traitements en 4 répétitions. Les parcelles élémentaires avaient une surface de 20 m<sup>2</sup> repiquées en ligne à 2-3 plants par poquet. La récolte a été effectuée sur les lignes centrales, en éliminant les deux lignes de bordure de chaque côté.

Les échantillons de sol ont été prélevés chaque année en début d'hivernage, avant l'installation des cultures. Les prélèvements ont été faits sur la profondeur 0-20 cm du sol. Les analyses ont été faites au Laboratoire



Essai sur l'effet à long terme de la fertilisation organo-minérale sur la fertilité du sol et les rendements du riz de bas-fonds

Sol Eau Plante de Sotuba et au laboratoire de l'ICRISAT à Niamey (Niger). L'analyse a porté sur les éléments suivants: pH (1: 2.5), azote total, Phosphore assimilable (BrayI), potassium échangeable, CEC-Ag et carbone organique.

Les paramètres agronomiques mesurés ont été le rendement paddy  $\text{kg ha}^{-1}$ . L'analyse de variance a été faite avec le logiciel Genstat. La séparation des moyennes a été réalisée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%.

### III. Résultats

#### 3.1. Analyse de sol

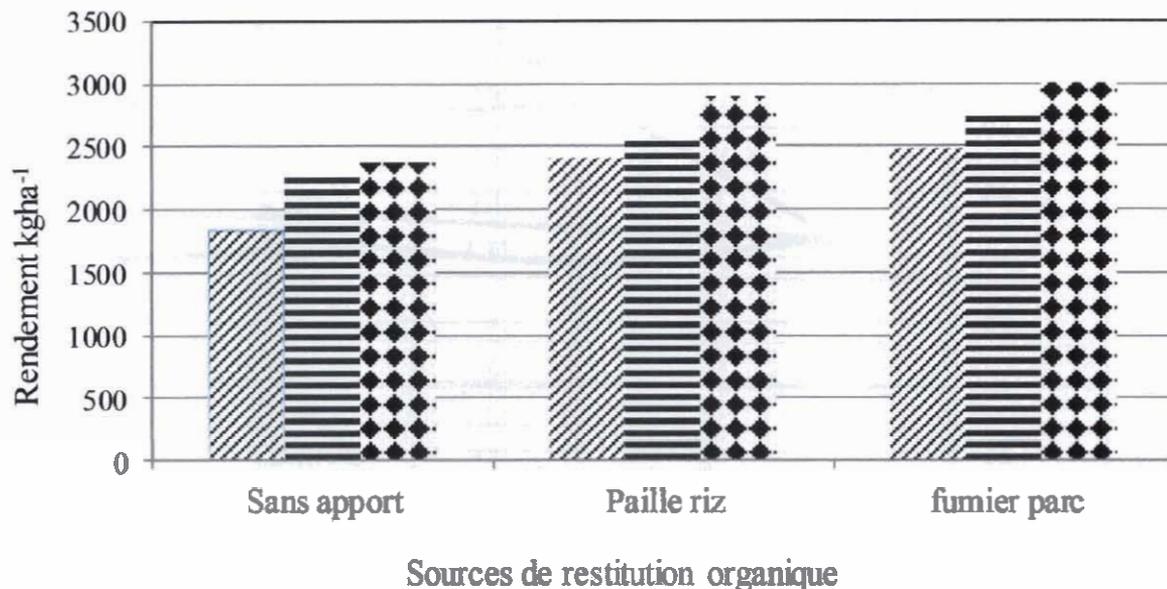
Les résultats de l'analyse des échantillons moyens de sol prélevés au démarrage de l'essai sont présentés dans le tableau I. Ils ont concerné essentiellement le pH, la matière organique, le phosphore assimilable et le potassium échangeable. Les valeurs du pH ont varié de 4,22 à 4,61. Celles de la matière organique ont oscillé entre 1,9 et 2,37. Pour le phosphore, les teneurs ont été comprises entre 30 et 55 ppm. Quant au potassium échangeable, son niveau a varié de 0,62 à 0,75.

L'évolution du pH du sol en fonction des différents niveaux de fertilisation minérale a été présentée dans la figure 1. Les pH ont été compris entre 4 et 4,4. Cette évolution s'étend de 2002 à 2005. Les résultats ont montré que le pH a évolué en fonction des niveaux de fertilisation.

L'évolution de la matière organique de 2002 à 2005 en fonction des niveaux de fertilisation minérale a été présentée dans la figure 2. La teneur en matière organique a évolué en dents de scie en fonction de la fertilisation minérale.

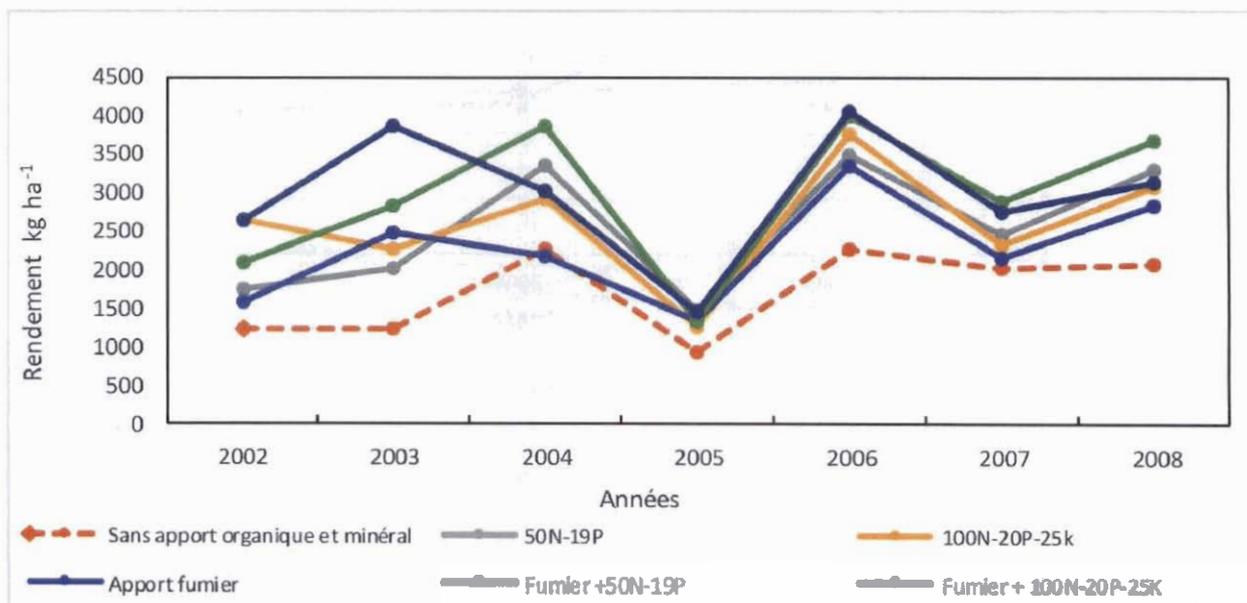
L'évolution de la teneur en phosphore de 2002 à 2005 a été variable en fonction des différents niveaux de fertilisation minérale (Figure 3). Ces niveaux ont eu une influence plus ou moins prononcée sur la teneur en phosphore du sol.

L'évolution du potassium du sol de 2003 à 2005 a été fonction des niveaux de fertilisation utilisés (Figure 4). La teneur du potassium pendant cette période a été plus ou moins stable dans les parcelles à fertilisation moyenne et forte.



▨ Sans apport minéral   ▤ 50 kg ha<sup>-1</sup> d'N + 20 kg ha<sup>-1</sup> P   ▩ 100 kg ha<sup>-1</sup> d'N + 20 kg ha<sup>-1</sup> P + 25 kg ha<sup>-1</sup> K

**Figure 5.** Effet de la fertilisation minérale sur le rendement du riz de bas-fond en fonction des sources de matière organique



**Figure 6.** Évolution du rendement du riz en fonction des apports de fumier et de la fertilisation minérale

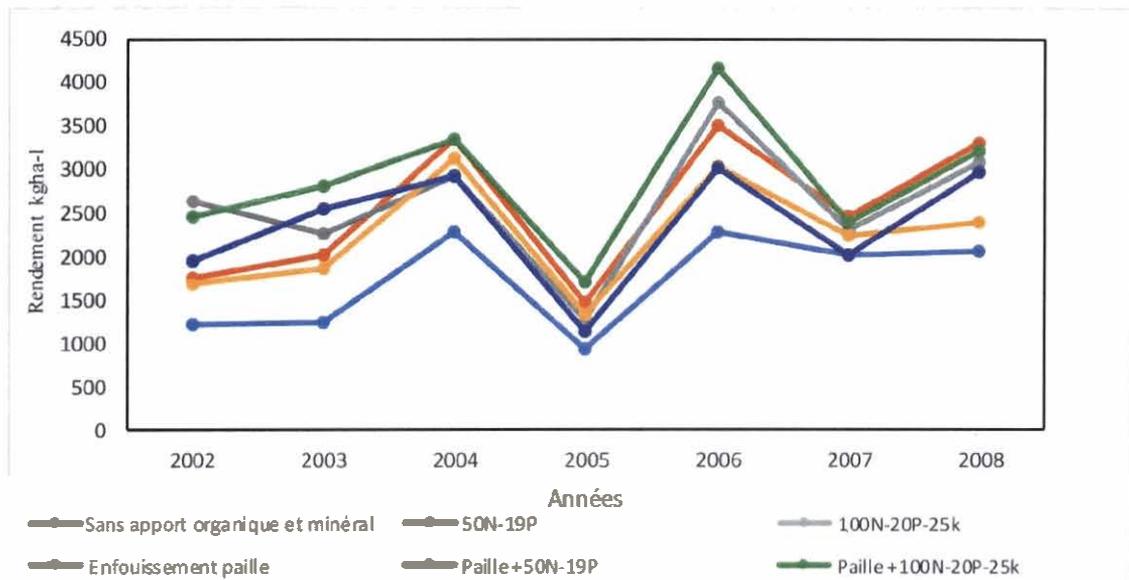


Figure 7. Évolution du rendement du riz en fonction de l'enfouissement de la paille et de la fertilisation minérale

## IV. Discussion

### 4.1. Analyse de sol

Au démarrage de l'expérimentation, le pH a varié de 4,22 à 4,6. Ces sols sont très acides avec des risques de toxicité ferreuse et aluminique. La teneur en matière organique a été de 'un peu faible' à 'bonne'. Le niveau de phosphore a été de 'bon' à 'très élevé'. Quant au potassium échangeable, sa teneur a été bonne avec des valeurs qui ont été comprises entre 0,62 et 0,75%. Ces valeurs ont été de loin supérieures à celles de Sanchez *et al.* (1982) qui ont trouvé qu'en dessous des teneurs de 0,20%, les cultures sont affectées.

Le suivi de l'évolution du pH du sol en fonction des différents niveaux de fertilisation minérale a montré une diminution du pH durant la première année pour tous les traitements. L'importance de cette diminution a été plus forte avec le traitement sans engrais. Cette diminution générale serait due à la submersion prolongée, qui provoquerait des changements drastiques au niveau des propriétés physico-chimiques du sol (Ponnamperuma, 1978; De Datta, 1983). Le pH est resté stable de 2003 à 2005 avec les traitements ayant reçu la fertilisation minérale alors qu'il a évolué en

dents de scie pour le traitement sans apport minéral. Cette situation pourrait s'expliquer par le pouvoir tampon lié aux acides faibles libérés par les engrais à base d'ammoniaque et d'ammonium ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) ou d'acide phosphorique ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) (<http://vveronique.free.fr/tampon.html>).

De 2002 à 2005, les teneurs en matière organique ont évolué en dents de scie avec une diminution en 2003 et 2005 pour les traitements ayant reçu la fertilisation minérale. À partir de la 2<sup>e</sup> année, la teneur en matière organique a été relativement plus élevée avec la forte fertilisation minérale. Concernant le témoin sans apport minéral, la teneur a diminué faiblement de façon continue jusqu'en 2005. Les différentes variations de la teneur en matière organique suivant les traitements ne remettent pas en cause cet élément car les valeurs atteintes sont supérieures au seuil critique qui a été estimé à 0,6% (Piéri, 1989).

La teneur en phosphore assimilable a évolué de façon positive pour les traitements ayant reçu la fertilisation minérale. L'augmentation de cette teneur a été mieux perçue avec la forte fertilisation minérale (100N-20P-25K). Avec la fertilisation minérale de 50N-20P, l'augmentation a été moins nette.

En plus du phosphore appliqué, Goswami & Banerjee (1978) ont attribué l'augmentation du phosphore soluble dans un sol submergé à de nombreux facteurs dont la libération du phosphore de la matière organique, particulièrement des phytates de fer. D'autres facteurs ont été cités notamment la réduction du  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  en une forme plus soluble  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , l'augmentation de la solubilité par hydrolyse des strengites ( $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) et variscites ( $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) causée par l'augmentation du pH dans les sols acides à très acides (Ponnamperuma, 1965), au déplacement du phosphore des phosphates ferriques et aluminiques par les anions organiques (Savant & Ellis, 1964; Mandal & Mandal, 1973). Malgré cette variabilité de la teneur en phosphore suivant les traitements, le niveau du phosphore est resté bon dans le sol selon Olsen et Sommers (1982), qui ont trouvé que le niveau de P assimilable est jugé déficient au-dessous de 7 mg/kg.

Le niveau du potassium échangeable a passé de 0,62 meq/100g de sol avant le début de l'expérimentation à un niveau plus faible, 0,39 meq/100, avec la combinaison 50N-20P plus 5 tonnes de fumier de parc (F2M3) et son niveau dans le sol.

Le niveau du potassium échangeable du sol n'est pas déficient selon Sanchez et al. (1982) qui ont trouvé qu'en dessous de 0,20%, les réserves du sol ne satisfont plus les besoins des cultures. La capacité d'échange cationique (CEC-Ag) observée a été de 'très faible' à 'faible' (0,65 à 7,75 cmol+/kg).

L'évolution du niveau du potassium dans le sol a été stable de 2003 à 2005 pour les traitements avec fertilisation minérale. Pour le traitement sans apport organique et minéral, la teneur anormalement élevée en 2003 a diminué fortement en 2004 et s'est stabilisée au même niveau que les teneurs observées dans les autres traitements (Figure 4). Cette forte diminution serait liée au prélèvement de potassium par la plante sans restitution de paille. À partir de 2004, les teneurs du sol en potassium des différents traitements ont évolué de façon stable sans grande variation.

## 4.2. Analyses agronomiques

L'analyse des rendements, faite sur sept (7) ans d'expérimentation, a révélé une interaction hautement significative. La figure 5 montre que l'utilisation des sources organiques a amélioré le rendement du riz. Une évaluation partielle à long terme a montré que le fumier et la paille peuvent assurer une stabilité du rendement (Figures 6 et 7).

L'utilisation de la fumure minérale seule à une dose moyenne à forte a permis une amélioration du rendement respectivement de 25 à 39%.

La restitution de la paille associée à la fertilisation minérale à dose moyenne à forte a permis d'augmenter le rendement de 39 à 57% comparée au témoin sans fertilisation organo-minérale (F1M1).

La combinaison des doses de fertilisation minérale (moyenne et forte) au fumier de parc à la dose de 5 t ha<sup>-1</sup> a augmenté le rendement du riz de 50 à 64%. L'augmentation du rendement issu de l'utilisation du fumier combiné à la fertilisation minérale a été supérieure de 10% à celle obtenue avec la paille restituée dans les mêmes conditions. Comparée à la fertilisation minérale, l'utilisation des sources organiques seules a augmenté le rendement de plus de 6%.

La fertilisation faite sur la base de 50 kg N ha<sup>-1</sup> + 20 kg P ha<sup>-1</sup> combinée à la restitution de la paille ou fumier et la fertilisation faite avec 100 kg N ha<sup>-1</sup> + 20 kg P ha<sup>-1</sup> + 25 kg K ha<sup>-1</sup> associée à la restitution de la paille ou du fumier ont été les meilleures options pour l'obtention d'un rendement de plus de 2 500 kg ha<sup>-1</sup> de façon durable (Figures 6 et 7).

Ces résultats ont confirmé l'effet favorable des apports organiques sur les rendements, rapporté par plusieurs auteurs (Pichot, 1974 et 1978; Sedogo, 1981 et Geiger *et al.*, 1992) mais également l'idée selon laquelle, dans le sol, la matière organique affecte favorablement les propriétés physiques, chimiques, thermiques des sols ainsi que l'activité biologique (Batjes, 2001).

Les niveaux moyens de rendement observés pourraient s'expliquer par la forte acidité associée à la faible capacité d'échange cationique. Cela pourrait favoriser un déséquilibre nutritionnel du riz par l'immobilisation temporaire du phosphore et la libération des ions ferreux et aluminiques toxiques pour la plante, réduisant ainsi le niveau du rendement.

## V. Conclusion

Cette étude a montré que la fertilisation d'une manière générale reste un facteur essentiel de l'amélioration de la fertilité du sol et du rendement. Après 9 années d'expérimentation, le phosphore assimilable a enregistré son niveau le plus faible de 23,13 ppm avec l'enfouissement de la paille (F1M2) et son niveau le plus élevé, 44,84 ppm, avec la combinaison 50N-20P plus 5 tonnes de fumier de parc (F2M3).

L'utilisation séparée de la fertilisation organique et minérale améliore le rendement. Cette amélioration a été plus importante et durable avec une combinaison raisonnée des différentes sources organique et minérale. Ainsi, l'utilisation d'une fertilisation organo-minérale appropriée reste une option déterminante pour l'amélioration de la fertilité et pour la stabilité du rendement du riz de bas-fond.

## VI. Références

- BARIAU O., 1993. Etude socio-économique d'un terroir villageois près de Sikasso (Sud Mali): importance du riz dans les systèmes de production. Institut supérieur d'Outre-Mer (ISTOM): Cergy-pontoise. pp54.
- BATJES N.H., 2001. Options for increasing carbon sequestration in West african soils: an exploratory study with special focus on Senegal. Land Degradation and Development. Vol. 12 (2). pp. 131-142.
- DE DATTA S.K., 1983. Phosphorus requirement and phosphorus fertilisation of lowland rice; actes du 3<sup>ème</sup> Congrès International sur les composés phosphatés. Bruxelles, Belgique p401-421.
- DOUMBIA Y., SIDIBÉ B., 2006. *Etude de la fertilité des sols, de la fertilisation et des techniques culturales du riz pluvial et de bas-fonds. Rapport de campagne 2006.* p30
- GEIGER S.C., MANU A. and BATIONO A., 1992. Changes in a sandy sahelian soil following crop residue and fertilizer additions. *Soil Science Society of America Journal.* Vol 56, 172-177
- GOSWAMI N.N. and BANERJEE N.K., 1978. Phosphorus, potassium and other macroelements. *Soil & Rice.* IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines: 561-580.
- <http://vveronique.free.fr/tampon.html>.
- MANDAL L.N. and MANDAL K.C., 1973. Influence of organic matter and lime on the transformation of applied phosphate in acidic lowland rice soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 23:31-37.
- OLSEN S.R. and SOMMERS L.E., 1982. Phosphorus, pp. 403-427, in: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney, Eds, *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison and Wisconsin.
- ORM, 2009. Rapports de campagne. pp50
- PICHOT J., 1974. Etude de l'évolution du sol en présence de fumures organiques ou minérales. Cinq années d'expérience à la Station de Boukoko (R.C.A). *L'Agron. Trop.*, 26: 756-773.
- PICHOT J., 1978 a. Rôle de la matière organique dans la fertilité des sols. *L'Agron. Trop.*, 30 (2): 170-174.
- PIÉRI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT, Paris, 443 pp.
- PONNAMPERUMA F.N., 1978. Dynamic aspect of flooded soils and the nutrition of rice plant. *Rice mineral nutrition.* IRRI. p: 295-327.
- SANCHEZ P.A., COUTO W. and BUOLS S.A., 1982. The Fertility capability classification system: interpretation, applicability, and modification. *Geoderma.* 27:283-309.
- SAVANT N.K. and ELLIS R., 1964. Changes in the redox potential and phosphorus availability in submerged soils. *Soils Sci.* 98:388-394.

SEDOGO M.P., 1981. Contribution à l'étude de la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Matière organique du sol, nutrition azotée des cultures. Thèse Docteur Ingénieur, INPL NANCY, 135 pp.

WOPEREIS M.C.S., DONOVAN C., NEBIÉ B., GUINDO D., N'DIAYE M.K., 1999. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions. Part I.

Agronomic analysis. *Field Crops Research* 61: 125-145.

WOPEREIS M.C.S., DEFOER T., IDINOBA P., DIACK S. et DUGUE M-J., 2008. Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne: Manuel technique. Cotonou, Bénin: le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), vi + 128 pp.

# **Descripteurs de performances agronomiques de *Vitellaria paradoxa* Gaernt. F. (karité) et caractérisation morphologique de pieds performants pour la production abondante de beurre et de pulpe de qualité au Mali**

## **Agronomic performance of *Vitellaria paradoxa* Gaernt F. (Shea) descriptors and morphological characterization of best performing trees for an abundant production of quality butter and pulp in Mali**

Bokary Allaye Kelly

IER - PRF/CRRA-Sikasso - BP. 16 - Tél. +223 66 72 54 07 - Courriel: bokarykelly@gmail.com

### **Résumé**

Une étude pour l'identification des critères paysans de performances agronomiques du karité et la caractérisation morphologique des pieds performants pour la production de beurre et de pulpe a été menée dans sept sites retenus selon le gradient climatique sud-nord de l'aire de distribution de *Vitellaria paradoxa* (karité) au Mali. Soixante dix pieds adultes de karité ont été sélectionnés sur la base des critères paysans de leur performance pour la caractérisation morphologique. Une interview auprès des paysannes et paysans a permis de déterminer les critères paysans de performances agronomiques du karité. L'appréciation de la performance agronomique du karité a varié en fonction des sites et en fonction du sexe. Toutefois, les caractéristiques les plus appréciées sont la production abondante de fruits, de beurre et de pulpe. La forme et la qualité des feuilles permettent à certains paysans de reconnaître des pieds de karités performants soit pour le beurre soit pour la pulpe. Les résultats de la caractérisation morphologique par mensuration des feuilles et des fruits ont montré que la distinction entre les karités performants pour le beurre et ceux performants pour la pulpe sur la base des caractéristiques morphologiques des feuilles n'est pas évidente. Les caractéristiques des fruits permettent par contre de distinguer les deux catégories de karités.

**Mots clés :** Critères paysans, Descripteurs morphologiques, Mali, Performance Agronomique *Vitellaria paradoxa*

### **Abstract**

In the aim of identifying plus trees of *Vitellaria paradoxa* (shea tree) for butter and pulp production and for morphological characterization, a study was conducted in seven sites selected according to the south-north climatic gradient of *Vitellaria paradoxa*'s distribution area in Mali. Seventy adult shea trees were selected for morphological characterization based on local population's knowledge of their performance for targeted criteria. A survey was conducted to determine peasants' criteria of agronomical performance of shea trees. Assessment of shea performance varies according to sites and sex. However the most appreciated characteristics of shea trees were the abundant production of fruits, butter and pulp. Some characteristics of the leaves standing as morphological descriptors allow certain peasants distinguishing plus shea trees either for butter or for pulp production. However morphological characterization of leaves has not allowed evident difference between the two categories of shea tree whereas fruits characterization showed evident difference between shea trees performant for pulp production of those performant for butter production.

**Keywords:** Farmers' criteria, Morphological descriptors, Mali, Agronomical performance, *Vitellaria paradoxa*

## I. Introduction

*Vitellaria paradoxa* Gaertn. F. (karité) est l'une des principales espèces des parcs agroforestiers en zone soudanienne. La pulpe du fruit est très nutritive et joue un rôle alimentaire important pour les populations locales (Teklehaimanot, 2003). L'amande est riche en matières grasses, en acides gras et en tocophérols (Wiesman *et al.*, 2003; Maranz *et al.*, 2004; Davrieux *et al.*, 2010). La consommation moyennée de beurre de karité a été estimée à 5 kg par personne et par an en zone Mali-Sud (Bagnoud 1992, 1995).

En dépit de l'importance économique et nutritionnelle de *Vitellaria paradoxa*, des insuffisances existent sur le plan de la recherche notamment la non identification de variétés performantes, l'insuffisance de techniques appropriées de culture, la longue période d'adolescence de l'arbre, et sa fructification irrégulière (Gijsbers *et al.*, 1994; Nikiema *et al.*, 2003; Boussim *et al.*, 2003).

La présente étude a été initiée afin d'identifier les critères de performances des paysans et paysannes de l'arbre du point de vue agronomique et de caractériser ceux qui ont été sélectionnés.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de 70 pieds de karité adultes.

#### 2.1.2. Matériel de mensuration

Le matériel de mensuration est composé d'une règle coulissante de 12 m pour les mesures de la hauteur totale, d'un compas forestier pour les mesures du diamètre à 1,30 m du sol, d'un ruban de 50 m pour les mesures du diamètre du houppier suivant les directions (Est-Ouest et Nord-Sud), d'une règle de 20 cm pour la mesure des dimensions des feuilles et des fruits, et d'une balance électronique pour le pesage des fruits.

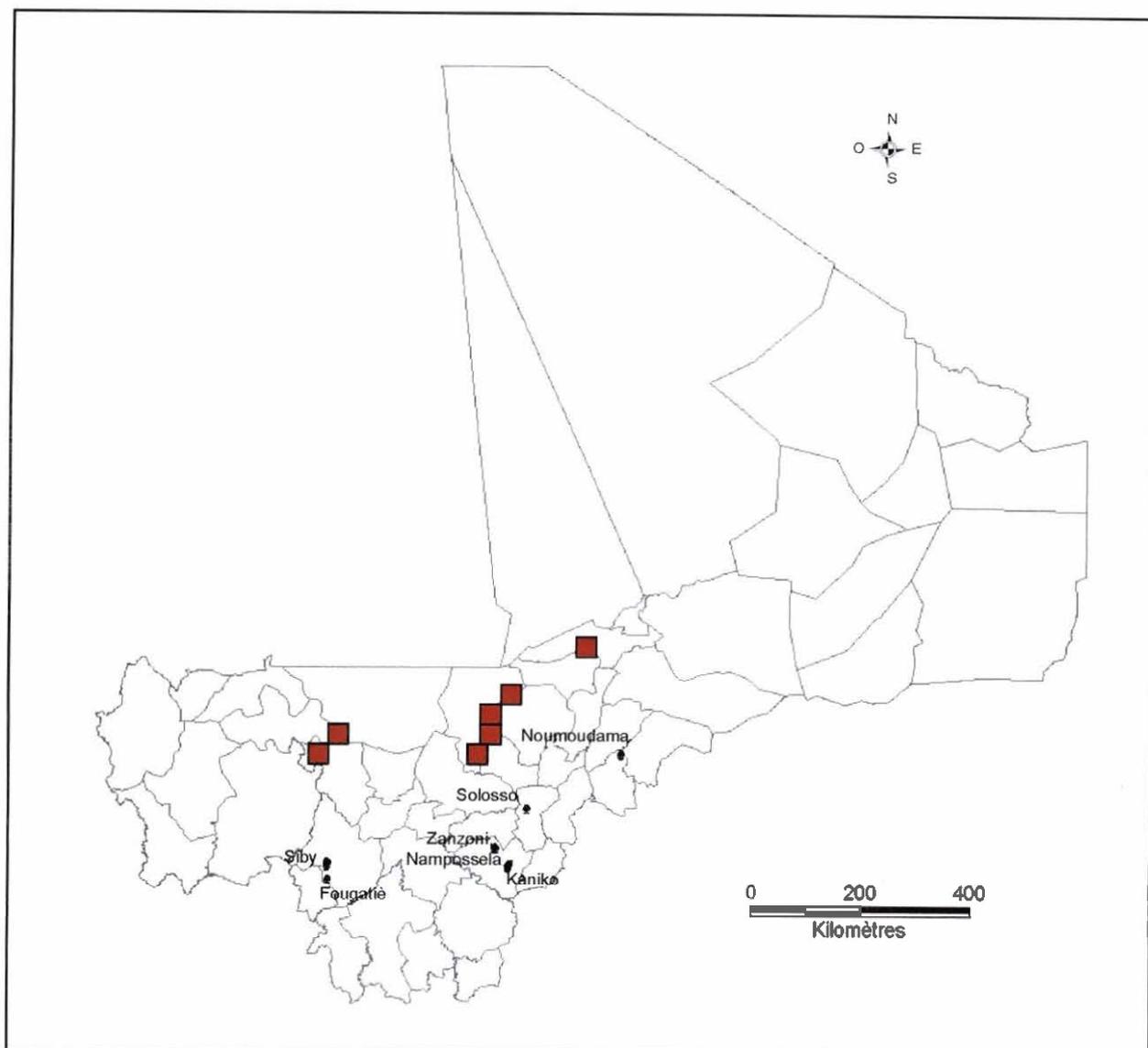
### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Choix des sites

L'étude a été menée dans sept (7) villages appartenant à 4 régions naturelles et 4 zones agro-climatiques selon le gradient climatique Sud-Nord (Tableau I). La localisation géographique des sites est indiquée par la carte 1.

Tableau I. Sites choisis par cercle pour l'identification et la caractérisation de pieds de karité performants

Régions	Cercles	Villages	Régions naturelles	Zones agro-climatiques
Sikasso	Yanfolila	Fougatiè	Haut Bani Niger	Guinéenne Nord
Koulikoro	Kati	Siby	Plateau Manding	Soudanienne Sud
Sikasso	Koutiala	Kaniko		Soudanienne Sud
Sikasso	Koutiala	Nampossela	Plateau de Koutiala	Soudanienne Sud
Sikasso	Koutiala	Zanzoni		Soudanienne Sud
Ségou	San	Solosso		Soudanienne Nord
Mopti	Bankass	Noumoudama	Gondo-Mondoro	Sahélienne



Carte 1. Distribution géographique des sites d'étude

Les sept (7) villages de l'étude sont : Fougatié (cercle de Yanfolila), Siby (cercle de Kati), Nampossela, Kaniko et Zanzoni (cercle de Koutiala), Solosso (cercle de San) et Noumoudama (cercle de Bankass).

Le choix des villages a été fait avec l'appui des services techniques des Eaux et Forêts et des autorités communales, sur la base de l'abondance de la ressource karité et aussi sur l'existence d'associations ou de groupements reconnus, ayant une tradition et une expérience dans la collecte, la transformation ou la commercialisation des produits du karité.

### 2.2.2. Critères de performance agronomiques du karité \*

Les principaux produits du karité sont le beurre à usages multiples et la pulpe à usage alimentaire. Sur la base de ces deux produits, deux critères de performance des pieds de karité ont été ciblés :

- 1) pieds de karité ayant une production élevée de fruits dont la pulpe est abondante et sucrée;
- 2) pieds de karité ayant une production élevée de fruits dont l'amande est riche en matières grasses pour une production abondante de beurre.

### 2.2.3. Connaissances paysannes de traits morphologiques qui définissent les performances agronomiques du karité

Une enquête a été menée auprès des paysans et paysannes des sites retenus. Une interview individuelle a été conduite à l'aide d'un guide d'entretien pour permettre à chaque personne interviewée de donner librement son point de vue.

Dans chaque village, 3 à 4 femmes et 3 hommes ont été désignés pour répondre aux questions. Le processus ayant conduit au choix des personnes à interviewer est le suivant :

- contact et information des chefs des villages du choix de leurs villages pour l'étude dont l'objet leur a été expliqué ;
- convocation d'une assemblée villageoise par les chefs des villages et explication aux villageois de l'objet de l'étude ;
- désignation de personnes ressources pour l'interview sur la base de leurs expériences et de leurs connaissances du terrain.

Après les interviews, des personnes guides ont été désignées pour localiser des pieds de karité qui répondent aux critères de performance retenus en vue de leur caractérisation morphologique par des mesures dendrométriques des arbres, des feuilles et des fruits.

### 2.2.4. Caractérisation morphologique

Les pieds de karité localisés ont été marqués à la peinture et géo-référencés à l'aide d'un GPS. Dans chaque site, 10 pieds dont 5 pour chaque critère de performance ont été retenus.

La caractérisation morphologique des arbres a consisté à la mensuration des variables suivantes : la hauteur totale (H), le diamètre à 1,30 m du sol (DHP) et le diamètre du houppier (DH) suivant les directions Est-ouest et Nord-sud.

La caractérisation morphologique des feuilles a consisté à la récolte et la mensuration d'un échantillon de 50 feuilles sur chacun des 5 pieds marqués pour chaque critère. Pour chaque feuille, les variables suivantes ont été

mesurées : la longueur de la feuille, la largeur de la feuille, la longueur du pétiole, la largeur à la base et la largeur au bout de la feuille.

La caractérisation des fruits a consisté à la récolte et la mensuration d'un échantillon de 50 fruits sur chacun des 5 pieds marqués pour chaque critère. Pour chaque fruit, les variables observées ont été : la longueur du fruit, la largeur du fruit, le poids du fruit, le poids de la noix fraîche et le poids de la pulpe.

## III. Résultats et discussion

### 3.1. Hiérarchisation paysanne des critères de performance du karité

L'appréciation de la performance du karité par les paysans et paysannes des sites d'étude est donnée dans le tableau II. Les critères les plus importants pour les paysans et paysannes sont la production abondante de fruits et de beurre, l'abondance et la succulence de la pulpe. La régularité de la production a été surtout appréciée par les femmes.

L'appréciation de la performance a varié en fonction du sexe et en fonction du site. Ainsi, la production de beurre a été citée comme premier critère de performance par les femmes, par contre, les hommes ont cité la qualité de la pulpe comme premier critère de performance. À Noumoudama, aussi bien les femmes que les hommes ont cité l'ombrage comme un critère de performance tandis que dans tous les autres sites, seuls les hommes ont mentionné ce critère.

Le pourcentage qui indique la proportion des personnes qui se sont exprimées sur la classification des critères est donné dans le tableau II.

Les résultats obtenus ont confirmé ceux rapportés par Teklehaimanot (2003). Selon cet auteur, les femmes et les hommes ont une très grande différence d'appréciation des karités. Les hommes apprécient les karités par le goût de la pulpe et la taille du fruit alors que les femmes les apprécient par la production abondante et régulière de fruits et celle du beurre.

**Tableau II.** Pourcentage des réponses de performance du karité selon le sexe des répondants dans les différents sites

Sites	Sexes	Critères, rang et pourcentage des répondants pour la classification									
		Beurre		Fruits		Pulpe		Régularité		Ombrage	
		Rang	%	Rang	%	Rang	%	Rang	%	Rang	%
Fougatiè	Femmes	1	50	1	50	3	50	2	25	-	-
	Hommes	-	-	1	67	2	67	1	33	3	33
Siby	Femmes	-	-	1	67	2	100	1	33	-	-
	Hommes	1	33	1	67	2	100	3	33	3	33
Kaniko	Femmes	1	67	1	33	2	67	3	33	-	-
	Hommes	1	67	3	67	1	33	-	-	-	-
Nampossela	Femmes	1	33	2	67	1	33	3	33	-	-
	Hommes	1	33	1	33	1	33	2	33	-	-
Zanzoni	Femmes	1	67	3	67	2	67	1	33	-	-
	Hommes	1	33	1	33	1	33	-	-	3	33
Solosso	Femmes	1	67	2	33	1	33	3	33	-	-
	Hommes	2	100	3	33	1	100	-	-	-	-
Noumoudama	Femmes	1	100	2	33	2	67	-	-	3	67
	Hommes	1	33	3	33	1	67	-	-	3	33

**Classification de la performance :**

1 = critère le plus apprécié, 2 = le deuxième critère apprécié, 3 = le troisième critère, - : indique que les personnes ne se sont pas prononcées sur le critère.

**3.2. Connaissances paysannes de traits morphologiques qui définissent des performances agronomiques du karité**

**3.2.1. État de la ressource et traits indicateurs de performance pour le critère production de beurre**

L'état de la ressource et les indicateurs morphologiques pour le critère «production abondante de fruits dont les noix sont riches en beurre» selon les personnes interviewées sont consignés dans le tableau III.

Dans la majorité des sites, les hommes et les femmes ont affirmé que les karités répondant au critère « production abondante de fruits dont

les noix sont riches en beurre» sont abondants dans leurs terroirs respectifs (Tableau III). Cependant, seules deux femmes, dont une à Siby et une autre à Noumoudama ont attribué des traits de reconnaissance à ces karités qui sont relatifs aux feuilles. Selon ces femmes, les karités répondant à ce critère de performance agronomique ont des feuilles minces pour l'une et lisses pour l'autre.

D'une manière générale, les femmes ont surtout insisté sur le fait que c'est le processus de transformation qui est le plus important pour la production élevée de beurre. Les hommes ont, quant à eux, soutenu que cette appréciation de karités performants pour la production de beurre revient aux femmes qui font la transformation.

Tableau III. Point de vue des paysans par rapport aux karités qui répondent au critère de performance agronomique de production abondante de beurre

Sexes	Sites	Appréciation de l'état de la ressource (% de personnes qui se sont exprimées)		Reconnaissance de traits indicateurs de la performance agronomique (% de personnes qui se sont exprimées)		Traits indicateurs de la performance de production abondante de beurre
		A	PA	Oui	Non	
Femmes	Fougatiè	-	75	-	75	
	Siby	33	33	25		
	Kaniko	100	0	0	100	
	Nampossela	67	33	0	100	Feuilles minces
	Zanzoni	100	0	0	100	
	Solosso	67	-	-	67	
	Noumoudama	-	67	33	-	Feuilles lisses
Hommes	Fougatiè	-	-	-	-	
	Siby	67	-	-	-	
	Kaniko	100	0	0	100	
	Nampossela	100	0	0	100	Pas d'indicateurs
	Zanzoni	67	-	-	67	
	Solosso	100	0	-	100	
	Noumoudama	33	33	-	67	

**Légende :**

A = abondant, PA = pas abondant, - : indique que les personnes ne se sont pas prononcées.

Selon Teklehaimanot (2003), les paysans et paysannes distinguent différents types de karités qui répondent à différents critères de performance par des traits morphologiques et des caractéristiques agronomiques. Ainsi par exemple, les femmes reconnaissent aussi bien en champ qu'en jachères les karités qu'elles appellent « *Tiemantie chi* ». Ces karités sont caractérisés par une taille moyenne, une production abondante et régulière de fruits ayant le plus souvent deux noix et une production élevée en beurre.

Cependant pour notre étude, la majorité des femmes a été hésitante par rapport au critère teneur élevée en beurre parce que selon elles, la procédure (collecte et stockage des noix de tous les sujets récoltés) ne leur permet

pas de se prononcer sur la teneur d'un pied particulier. Elles ont insisté sur l'importance de l'ensemble du processus de transformation après la récolte pour la qualité et la quantité de beurre obtenu. Une attention particulière doit être accordée à cet aspect si l'on envisage la promotion de la production du beurre de karité en milieu rural.

**3.2.2. État de la ressource et traits indicateurs de performance pour le critère qualité de la pulpe**

L'état de la ressource et les indicateurs morphologiques pour le critère « production abondante de fruits dont la pulpe est abondante et sucrée » selon les personnes interviewées sont consignés dans le tableau IV.

**Tableau IV.** Point de vue des paysans par rapport aux karités qui répondent au critère pulpe abondante et succulente (en % des personnes interviewées)

Sexes	Sites	Appréciation de l'état de la ressource (% de personnes qui se sont exprimées)		Reconnaissance de traits indicateurs de la performance agronomique (% de personnes qui se sont exprimées)		Traits indicateurs de la performance pour la pulpe abondante et sucrée
		A	PA	Oui	Non	
Femmes	Fougatiè	50	25	50	-	Feuilles larges et luisantes
	Siby	-	33	33	-	Feuilles luisantes
	Kaniko	67	33	0	100	
	Nampossela	100	0	0	100	
	Zanzoni	100	0	0	100	
	Solosso	100	0	0	100	
	Noumoudama			100	33	-
Hommes	Fougatiè	-	67	33	-	Feuilles larges
	Siby	-	33	-	100	
	Kaniko	100	0	-	100	
	Nampossela	100	0	-	100	
	Zanzoni	100	0	-	100	
	Solosso	100	0	33	-	Feuilles lisses
	Noumoudama	33	67	0	100	

**Légende:**

A = abondant, PA = pas abondant, - : indique que les personnes ne se sont pas prononcées.

D'une manière générale, les personnes interviewées (hommes et femmes) ont soutenu que les karités répondant au critère « pulpe abondante et sucrée » sont abondants dans leurs terroirs respectifs. Ces karités se reconnaissent par les feuilles qui sont larges et luisantes pour les uns, larges, luisantes ou lisses pour les autres (Tableau IV). En générale, tous les villageois connaissent des pieds de karité qui répondent au critère « abondance et succulence de la pulpe ».

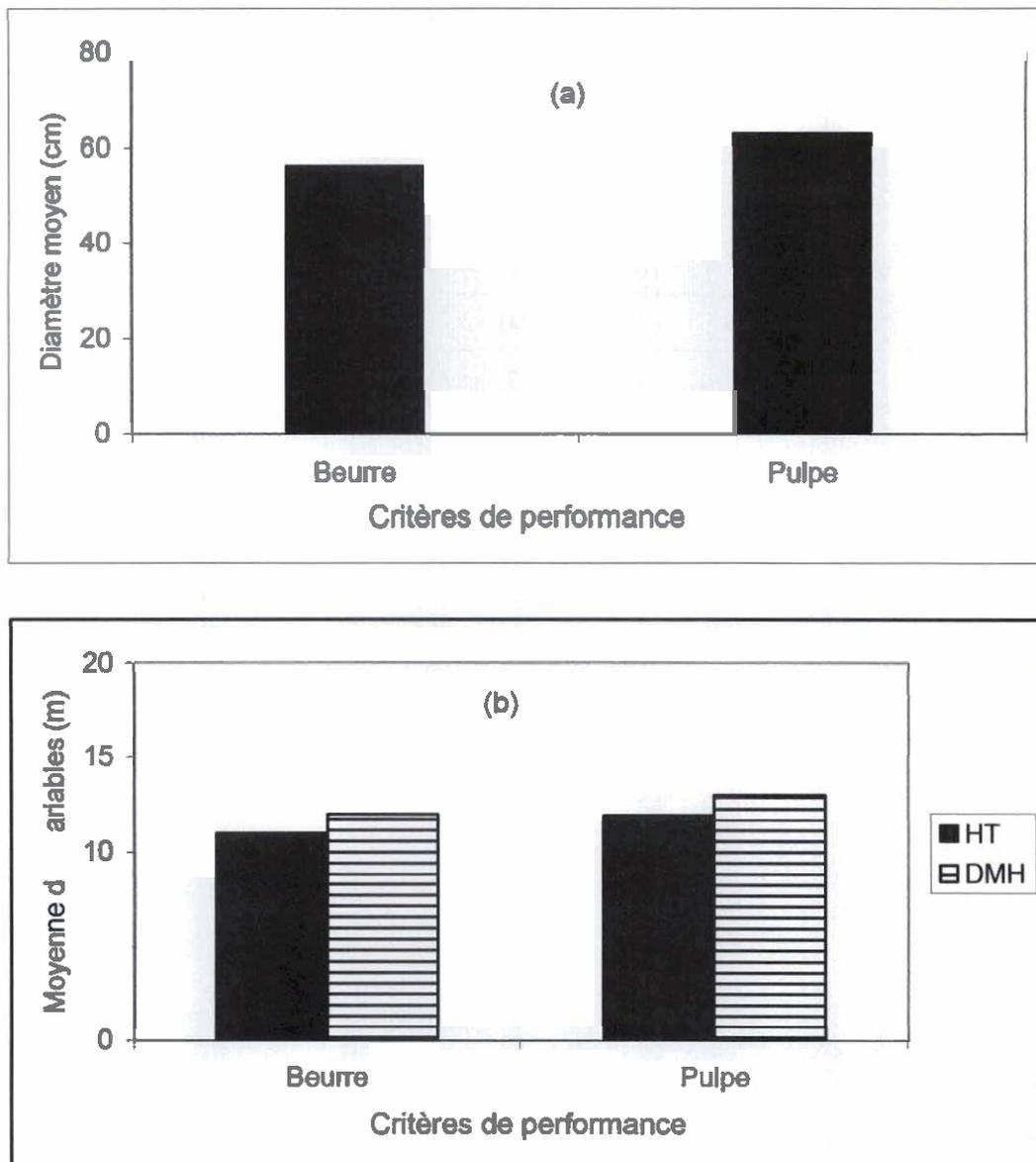
Selon Teklehaimanot (2003), les hommes, qui ont une préférence pour ce critère, distinguent des karités qui y répondent qu'ils appellent « *Baraba* » qui se caractérisent par la taille élancée, des feuilles nombreuses et similaires à celles du manguier, de gros fruits ayant le plus souvent une petite noix, une pulpe abondante, sucrée et odorante, mais ayant une production de fruits moins abondante.

### 3.3. Caractérisation morphologique

#### 3.3.1. Caractéristiques dendrométriques des pieds de karité performants pour les critères ciblés

La figure 1 illustre les moyennes générales des variables mesurées en fonction du critère de performance pour tous sites confondus.

Les karités performants pour la pulpe ont un diamètre moyen de 63 cm contre 56 cm pour les karités performants pour le critère beurre (Figure 1 (a)). Cette différence n'est pas statistiquement significative au seuil de 5% ( $P = 0,076$ ). Pour la hauteur totale et le diamètre moyen du houppier, on observe à peu près les mêmes valeurs pour les deux catégories (Figure 1 (b)).



Légende :  
HT = Hauteur Totale, DMH = Diamètre Moyen Houppier

Figure 1. Diamètre moyen à 1,30 m (a), hauteur moyenne et diamètre moyen du houppier (b) des karités en fonction des critères de performance

Ainsi, pour la hauteur moyenne, on observe 11 m pour le critère beurre contre 12 m pour le critère pulpe. Pour le diamètre moyen du houppier, on observe 12 m et 13 m pour le critère beurre et le critère pulpe respectivement. Pour ces deux variables, la différence entre les deux critères n'est pas significative ( $P = 0,137$  pour la hauteur et  $P = 0,086$  pour le diamètre moyen du houppier). Même si la différence observée n'a pas été significative, ces résultats ont tendance à confirmer ceux rapportés par Teklehaimanot (2003) selon lesquels les hommes caractérisent les karités «*Baraba*» qui sont performants pour la pulpe par une taille élancée alors que les femmes reconnaissent les karités «*Tiemantie chi*» performants pour le beurre par leur taille moyenne entre autres. Les moyennes des

variables mesurées par critère de performance et par site sont présentées dans le tableau V.

L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas d'interaction site\*critère et que la différence entre les critères dans chaque site n'est pas significative pour toutes les variables.

### 3.3.2. Caractéristiques morphologiques des feuilles en fonction des critères de performance

Les moyennes des variables mesurées pour les deux critères (beurre et pulpe) sont consignées dans le tableau VI. Pour toutes les variables, exceptée pour la largeur de la feuille ( $P = 0,254$ ), la différence entre les moyennes des deux critères est significative ( $P = 0,000$ ).

Tableau V. Moyenne des diamètres et de la hauteur totale des karités désignés pour les deux critères de performance par site

Sites	Critères	Moyenne des variables mesurées		
		D HP (cm)	HT (m)	DMH (m)
Fougatiè	Beurre	56,67	12,45	10,70
	Pulpe	58,60	12,76	12,24
Siby	Beurre	53,60	11,59	10,38
	Pulpe	65,35	12,55	10,05
Kaniko	Beurre	57,20	11,58	12,68
	Pulpe	60,60	12,72	14,24
Nampossela	Beurre	71,20	13,46	14,85
	Pulpe	62,20	12,29	14,39
Zanzoni	Beurre	51,20	10,17	11,80
	Pulpe	52,20	10,44	11,52
Solosso	Beurre	56,00	11,04	12,75
	Pulpe	78,60	11,67	13,62
Noumoudama	Beurre	48,80	8,07	9,45
	Pulpe	67,00	10,38	11,38

**Légende:**

DHP = Diamètre à hauteur de poitrine, HT = Hauteur Totale, DMH = Diamètre Moyen du Houppier

Tableau VI. Moyenne (en cm) des variables mesurées sur les feuilles en fonction des critères

Critères	Moyenne des variables mesurées				
	Long. F (cm)	Larg. F (cm)	Long. P (cm)	Larg. BaF (cm)	Larg. BoF (cm)
Beurre	14,35	4,29	7,76	1,2	1,5
Pulpe	14,88	4,26	7,94	1,17	1,6

**Légende :**

Long. F = Longueur Feuille, Larg. F = Largeur Feuille, Long. P = Longueur Pétiole, Larg. BaF = Largeur Base Feuille  
Larg. BoF = Largeur Bout Feuille

La taille élevée de l'échantillon expliquerait la signification statistique de la différence qui n'est pas très grande comme on le constate (Tableau VI). Pour la largeur de la base de la feuille, les karités marqués pour le critère beurre ont montré une moyenne significativement plus élevée que celle des karités marqués pour le critère pulpe.

Les résultats de la caractérisation morphologique par mesure des feuilles ont conforté les propos des personnes interviewées par rapport aux traits morphologiques par lesquels elles reconnaissent les karités répondant aux critères de performances retenus. Les résultats ont indiqué que les karités marqués pour le critère pulpe ont des feuilles ayant de plus grandes dimensions.

Au regard des résultats de la caractérisation par mensuration des feuilles, on peut retenir que la performance étudiée à travers les deux critères retenus (beurre et pulpe) ne s'extériorise que de manière faible par des traits morphologiques des feuilles. Cette performance serait moins liée aux conditions climatiques (site) mais plutôt une valeur intrinsèque de l'individu qui reposerait vraisemblablement sur des fondements génétiques.

Plusieurs études récentes (Hamrick *et al.*, 1991; Hall *et al.*, 1996; Lovett and Haq 2000a; Bouvet *et al.*, 2004) relatives à des domaines variés sur le karité ont montré une variation entre individus d'une même population beaucoup plus forte que la variation entre individus de différentes populations. Ceci implique qu'il vaut mieux sélectionner beaucoup d'individus dans peu de sites plutôt que de sélectionner peu d'individus dans

beaucoup de sites car dans le second cas on risque de perdre une part importante de variabilité pour le caractère observé.

Aussi, tout programme d'amélioration et de multiplication devrait être basé sur une sélection au niveau individu et non pas au niveau population.

### 3.3.3. Caractéristiques morphologiques des fruits en fonction des critères de performance

Les moyennes des variables mesurées sur les fruits des karités marqués pour les critères beurre et pulpe sont consignées dans le tableau VII. Pour toutes les variables, les karités marqués pour le critère pulpe ont affiché des moyennes plus élevées et les différences observées sont hautement significatives ( $P = 0,000$ ). La différence est surtout remarquable pour le poids moyen du fruit (34 g pour les karités marqués pour la pulpe contre 24 g pour les karités marqués pour le beurre) et pour le poids moyen de la pulpe (23 g pour les karités marqués pour la pulpe contre 14 g pour les karités marqués pour le beurre).

Les caractéristiques morphologiques des fruits/noix à la différence des feuilles ont indiqué clairement que les karités désignés pour la pulpe ont des fruits et noix de plus grande taille et une pulpe plus abondante. Les résultats obtenus confirment la description des karités « *Baraba* » faite par les hommes dans l'étude rapportée par Teklehaimanot (2003) qui ont des gros fruits et une pulpe abondante qui sont leur premier choix pour la performance agronomique du karité.

Tableau VII. Moyenne des variables mesurées sur les fruits des karités marqués pour les critères beurre et pulpe

Critères	Moyenne des variables mesurées				
	Long. Frt (cm)	Larg. Frt (cm)	PFrt (g)	PN (g)	PP (g)
Beurre	3,75	3,19	24,52	10,72	13,8
Pulpe	4,14	3,53	33,83	11,09	22,74

**Légende:**

Long. Frt = Longueur Fruit, Larg. Frt = Largeur Fruit, PFrt = Poids Fruit, PN = Poids Noix, PP = Poids Pulpe

#### IV. Conclusions

L'enquête auprès des paysans et paysannes a permis de recueillir d'une manière générale leurs perceptions de l'état du parc à karité et de faire ressortir leurs critères d'appréciation de la performance des karités de leurs terroirs.

Selon les paysans et les paysannes des sites d'études, certains traits morphologiques sont indicateurs des performances agronomiques ciblées. Les traits cités par les personnes interviewées sont caractéristiques des feuilles (feuilles minces et lisses pour le critère beurre et feuilles larges et luisantes pour le critère pulpe).

Les résultats de la caractérisation morphologique ont montré qu'à l'échelle de l'échantillon étudié, les caractéristiques morphologiques des feuilles ne permettent pas de façon évidente à distinguer les pieds de karités des deux critères de performance retenus bien qu'une tendance de feuilles de plus grandes dimensions ait été affichée par les karités désignés pour le critère pulpe. Par contre les caractéristiques morphologiques des fruits ont montré clairement une différence entre les deux catégories de karités.

Les résultats ont aussi montré que l'accent pourrait être mis sur l'amélioration du processus de transformation si l'on envisage la promotion en milieu rural, la production du beurre de karité en qualité et en quantité comme l'ont évoqué les femmes interviewées.

#### V. Remerciements

Nous tenons à remercier très vivement le Projet d'Appui aux Filières Agricoles (PAFA) qui, dans le cadre d'une convention de collaboration avec le Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Sikasso signée en juin 2010, a financé cette étude dans une optique globale de « Développement de techniques d'enrichissement des parcs à karité en zone soudanienne au Mali » dont une des composantes est « l'identification et la multiplication de pieds de karité performants ».

Nous remercions également le service des Eaux et Forêts dont la collaboration pour le choix des sites a été très utile ainsi que d'autres personnes ressources comme entre autres le responsable de l'ONG PACINDHA/ADM à Yanfolila, la conseillère auprès de la coopérative des femmes de Siby (COPROKASI), le point focal de l'association Benkady de Fougatié à Yanfolila. A toutes et à tous nous leur adressons notre gratitude et nos sincères remerciements.

Enfin, nous remercions vivement les autorités et les populations des villages d'intervention qui ont été très compréhensives et très collaboratrices à toutes les opérations des différentes activités menées. Ces remerciements s'adressent de manière particulière à toutes les personnes guides, personnes interviewées et autres personnes qui ont contribué de manière très satisfaisante à la conduite de l'étude.

## VI. Références

- BAGNOUD N., 1992. Aspects du rôle socio-économique des arbres dans les parcs à karité et Néré de la zone du Mali-Sud et conséquences pour l'évolution future: exemple des villages de Pourou, Guatéle et N'Tossoni. Travail de diplôme, ETH-Zentrum Zürich, Suisse. Opération Aménagement et Reboisement de Sikasso, Mali
- BAGNOUD N., 1995. Guide technique: Méthodes de production des essences locales et de gestion des formations naturelles en zone soudano-sahélienne (synthèse des résultats de recherche). Projet d'Appui à la Recherche Forestière de Sikasso, PRF/IER (Mali), 33 p.
- BOUSSIM J., ODEBIYI A., KAMBOU S. and SALLE G., 2003. The ecology and biology of parasites and pests of parkland trees and their control methods. In: Improved management of agroforestry parkland systems in Sub-Saharan Africa, EU/INCO Project Contract IC18-CT98-0261, Final report, University of Wales Bangor, UK, pp 113-130.
- BOUVET J-M., FONTAINE C., SANOU H. and CARDI C., 2004. An analysis of the pattern of genetic variation in *Vitellaria paradoxa* using RAPD markers. *Agroforestry systems* 60: 61-69.
- DAVRIEUX F., ALLAL F., PIOMBO G., KELLY B., OKULLO J.B., THIAM M., DIALLO O.B. and BOUVET J-M., 2010. Near Infrared Spectroscopy for High-Throughput Characterization of Shea Tree (*Vitellaria paradoxa*) Nut Fat Profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 7811-7819.
- GIJSBERS H.J.M., KESSLER J.J. and KNEVEL M.K., 1994. Dynamics and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahel region (Province of Passoré, Burkina Faso). *Forest Ecology and Management*, 64: 1-12.
- HALL J.B., AEBISCHER D.P., TOMLINSON H.F., OSEI-AMANING E. and HINDLE J.R., 1996. *VITELLARIA PARADOXA*. A monograph. School of Agricultural and Forest Sciences Publication Number: 8, University of Wales, Bangor. 105 pp.
- HAMRICK J.L., GODT M.J.W., MURAWSKI D.A. and LVELESS M.D., 1991. Correlations between species traits and allozymes diversity: Implication for conservation biology. In: Genetics and Conservation of Rare Plants. D. Falk, Holsinger, K, (Eds.), Oxford University Press, New York, p. 75-86.
- LOVETT P.N. and HAQ N., 2000a. Evidence for anthropic selection of the sheanut tree (*Vitellaria paradoxa*). *Agroforestry systems* 48: 275-278.
- MARANZ S., WIESMAN Z., BISGAARD J., BIANCHI G., 2004. Germplasm resources of *Vitellaria paradoxa* based on variations in fat composition across the species distribution range. *Agroforestry Systems* 60: 71-76.
- NIKIEMA A., VAN DER MAESEN L.J.G. and HALL J.B., 2003. The impact of parkland management practices on plant resources diversity. In: Improved management of agroforestry parkland systems in Sub-Saharan Africa, EU/INCO Project Contract IC18-CT98-0261, Final report, University of Wales Bangor, UK, pp 43-50.
- TEKLEHAIMANOT Z., 2003. Improved management of agroforestry parklands systems in Sub-Saharan Africa. INCO: International Scientific Cooperation Projects (1998 - 2002). Final Report.
- WIESMAN Z., MARANZ S., BIANCHI G. and BISGAARD J., 2003. Chemical analysis of fruits of *Vitellaria paradoxa*. In: Improved management of agroforestry parkland systems in Sub-Saharan Africa, EU/INCO Project Contract IC18-CT98-0261, Final Report, University of Wales Bangor, UK, pp 133-141.

# Contribution à la caractérisation des systèmes d'élevage de pintades en milieu rural du Mali

## Contribution to the characterization of guinea fowl farming systems in the rural area of Mali

Sylla M.<sup>1\*</sup>, Traoré B.<sup>1</sup>, Kéïta S.<sup>1</sup>, Sidibé S.<sup>2</sup>, Diallo F.C.<sup>1</sup>, Kéïta O.<sup>1</sup>, N'Diaye M.<sup>1</sup>, Diarra M.M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Économie Rurale - BP 262 Bamako - Tél.: +223 20 24 78 53 / +223 20 24 02 18

<sup>2</sup>Laboratoire Central Vétérinaire - BP 2295 Bamako - Tél.: +223 20 24 33 44

<sup>3</sup>Institut Polytechnique Rural de Katibougou - BP 06 Koulikoro - Tél.: +223 20 26 20 12 -

Fax: +223 20 26 25 04

\*Tél. +223 65 74 02 82 / +223 76 21 91 10 - Courriel: [syllamodibo08@gmail.com](mailto:syllamodibo08@gmail.com)

### Résumé

La présente étude a été conduite sur la période allant de 2000 à 2001 au centre et sud du Mali dans le but d'étudier les pratiques d'élevage de pintades (*Numida meleagris meleagris*) en milieu rural. Elle a couvert 102 exploitations dans 37 villages des cercles de Bougouni, Kadiolo, Sikasso, Koutiala, Bla, Kangaba et Kati, situés dans les zones agro-climatiques soudano-guinéenne et soudanienne. Ces sites ont été choisis en raison de l'importance de la volaille et du taux élevé de mortalité des pintades. L'élevage de pintades est pratiqué majoritairement par les adultes. L'âge moyen des éleveurs était de 42 ans et l'expérience des éleveurs en matière d'élevage de pintades était en moyenne de 9 ans. Plusieurs espèces et catégories d'âge sont élevées ensemble. L'effectif moyen était de 36 pintades par exploitation sur l'ensemble des sites. Il est plus élevé en zone soudano-guinéenne que soudanienne.

La variété rencontrée au Mali est la pintade casquée à caroncules rouges. La tête et une partie du cou sont recouvertes d'une peau plissée bleutée. Parmi les plumages, on rencontre la pintade tachetée ou perlée qui est la plus nombreuse, la pintade blanche et la pintade noire. Les éleveurs ne constatent pas de différence entre les différents types de plumages du point de vue productivité ou rusticité.

Dans la zone d'étude, 41% des éleveurs possédaient un poulailler amélioré. Le taux d'équipement des poulaillers en pondeurs était de 47% et en perchoirs de 39%. Le niveau d'équipement des poulaillers en

mangeoires était de 52%, en abreuvoirs de 80% et en chaufferettes de 63%. On retrouve un équipement complet (pondeurs, perchoirs, mangeoires et abreuvoirs) chez 21% des éleveurs.

En matière d'alimentation, 83% des éleveurs utilisaient du maïs, 72%, du sorgho; 84%, du son de céréales et 8% du fonio qui était distribué les deux premières semaines de vie du pintadeau. Les termites qui constituent la principale source de protéines étaient offertes par 85% des éleveurs en plusieurs distributions dans la journée.

**Mots clés:** aviculture, pintade, poulailler, alimentation, Mali.

### Abstract

This study was conducted from 2000 to 2001 in South and Central Mali with the aim to study guinea fowl (*Numida meleagris meleagris*) farming practices in rural areas. The study covered 102 farms, in 37 villages in the *cercles* of Bougouni, Kadiolo, Sikasso, Koutiala, Bla, Kangaba and Kati, located in Sudano-Guinean and Sudanian agro-climatic zones. Guinea fowl breeding is mainly carried out by adults. The average age of producers was 42 years and the average experience in guinea fowl farming was 9 years. Several species and age groups of poultry are raised together. The average number of fowls in a flock was 36 per farm on all the sites. This number was higher in the Sudano-Guinean than the Sudanian area.

The variety encountered in Mali is the helmeted guinea fowl with red wattles. The head and part of the neck are covered with a bluish wrinkled skin. Among the varieties we found the spotted or pearl, white and black guinea fowls. The spotted one is the most abundant. Breeders did not find any difference between varieties in terms of egg production or hardiness.

In the study area, 41% of farmers had an improved chicken house. In terms of facilities, 47% of chicken houses contained nests and 39% had perches. The equipment rate on feeders, water troughs and heaters in poultry houses were respectively of 52%, 80% and 63%. We found a complete set of equipment (nests, perches, feeders and waterers) in only 21% of poultry houses.

In terms of feeding, 83% of breeders used maize, 72% of them, sorghum; 84%, cereal bran and 8%, fonio, which was offered during the first two weeks of the fowl's life. Termites, which are the main sources of protein, were offered by 85% of the breeders through several distributions during the day.

**Key words:** poultry farming, guinea fowl, chicken house, nutrition, Mali.

## I. Introduction

L'aviculture est depuis toujours d'une importance majeure pour les populations car elle constitue un facteur de stabilité socio-économique des systèmes de productions agricoles, elle leur assure une part significative de l'approvisionnement en protéines animales et sa viande est très appréciée.

La politique sectorielle de l'Élevage vise le développement des espèces à cycle court dont la volaille. Le cheptel aviaire est estimé à 36 850 378 têtes, dont 90% sont concentrés en aviculture familiale (DNPIA, 2013). Les statistiques ne donnent pas assez d'informations sur la répartition de l'effectif entre espèces, bien que Sangaré (2005) estime la population de pintade à 18% du cheptel aviaire, faisant d'elle l'espèce la plus nombreuse après le poulet.

La pintade est originaire d'Afrique, ce qui lui avait valu l'appellation romaine de «poule d'Afrique» (Saunders, 1984). La variété rencontrée au Mali est la pintade casquée à caroncules rouges. Elle est reconnaissable à son dos bombé, large et voûté, à sa tête coiffée d'une protubérance cornée. La tête et une partie du cou sont recouvertes d'une peau plissée bleutée. Moins destinée aux offrandes, rituels et sacrifices que la poule, la pintade est essentiellement réservée à la vente et constitue ainsi une importante source de revenus pour toutes les couches sociales.

L'élevage traditionnel de la pintade est un élevage fermier extensif pratiqué en liberté quasi totale autour des concessions et lié à celui des autres espèces aviaires. La présente étude fait le diagnostic des pratiques d'élevage des pintades, en milieu rural du Mali en vue de les améliorer.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

L'étude s'est déroulée, en 2000 et 2001, dans les zones agro-climatiques soudano-guinéenne et soudanienne du Mali. La zone soudano-guinéenne se situe à l'extrême Sud du Mali et couvre 75000 km<sup>2</sup>, soit 6% du territoire. La pluviométrie, comprise entre 800 et 1000 mm/an, s'étale sur 6 mois. Les sols tropicaux rouges sont généralement plus profonds et fertiles, mais très sensibles à l'érosion hydrique (P.I.R.T., 1986).

La zone soudanienne couvre une superficie de 215000 km<sup>2</sup>, soit 17,5% du territoire. La pluviométrie, répartie sur 5 mois, varie de 600 mm au Nord à plus de 800 mm/an au Sud. Les fleuves, les marigots et les mares fournissent de grandes quantités d'eau de surface tout au long de l'année (P.I.R.T., 1986).

L'enquête a concerné les cercles de Bougouni, Kadiolo, Sikasso, Koutiala, Bla, Kati et Kangaba, qui renferment environ 40% du cheptel aviaire du Mali (DNPIA, 2013).

Le matériel animal était constitué de pintades locales (*Numida meleagris meleagris* L.) de

différentes catégories physiologiques (pintadeaux, jeunes et adultes).

## 2.2. Méthodes

Des assemblées générales ont été organisées avec les focus groupes dans des villages. Ceci a permis d'apprécier les potentialités et les contraintes de l'aviculture et de choisir des éleveurs dans les exploitations où des enquêtes approfondies ont été menées, à l'aide d'un questionnaire structuré. Les données collectées ont porté sur :

- les éleveurs (âge, expérience, profession);
- les volailles élevées (espèces aviaires, effectifs);
- les pratiques d'élevage (habitat, alimentation, soins sanitaires, conduite);
- la présence ou l'absence de poulailler amélioré (type PNVA ou type PDAV):
  - le poulailler type PNVA (type Programme National de Vulgarisation Agricole) a les dimensions suivantes: longueur: 4 m; largeur: 2 m et hauteur: 2 m. La porte est centrale et mesure 1,8 m de haut sur 0,5 m de large. Quatre fenêtres dont 2 avant et 2 arrière, sont juxtaposées 2 à 2, de dimensions 0,6 m x 0,4 m;

- le poulailler de type Projet de Développement de l'Aviculture Village (PDAV) est une case ronde de 2 m de diamètre avec 1,5 m de hauteur du mur. Le toit est en chaume et des ouvertures se trouvent tout au tour du mur à 1 m de haut.
- les données d'alimentation étaient relatives à la nature et à la disponibilité des aliments et ingrédients utilisés pour les pintades;
- les données secondaires disponibles sur la zone d'étude ont été exploitées.

## III. Résultats

### 3.1. Âge des éleveurs

Les éleveurs de pintades étaient tous des agro-éleveurs et leurs âges étaient très variables (Tableau I).

L'élevage de pintade était pratiqué par des producteurs dans la tranche d'âge de 16 à 87 ans. Le plus âgé et le moins âgé vivaient dans le cercle de Kangaba.

### 3.2. Expérience des éleveurs

L'expérience des éleveurs, exprimée en nombre d'années d'élevage, figure au tableau II.

Tableau I. Âges des éleveurs de pintades dans la zone d'étude

Zones agroclimatiques	Régions	Cercles	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart type
Soudano-guinéenne	Sikasso	Bougouni	39	38	25	55	7,33
	Sikasso	Kadiolo	12	43	25	67	13,68
	Sikasso	Sikasso	17	42	27	60	8,52
	Koulikoro	Kangaba	11	37	16	87	13,98
<b>Sous-total 1</b>			<b>79</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>87</b>	<b>9,84</b>
Soudanienne	Sikasso	Koutiala	6	41	25	50	10,55
	Ségou	Bla	6	38	22	54	10,41
	Koulikoro	Kati	9	46	33	60	9,06
<b>Sous-total 2</b>			<b>21</b>	<b>42</b>	<b>22</b>	<b>60</b>	<b>9,97</b>
<b>Ensemble</b>			<b>100</b>	<b>41</b>	<b>16</b>	<b>87</b>	<b>9,88</b>

N: nombre

**Tableau II.** Nombre d'années d'expérience en matière d'élevage de pintades

Régions	Cercles	Nombre d'éleveurs	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart type
Sikasso	Bougouni	39	6	1	20	4,33
Sikasso	Kadiolo	12	12	1	40	11,20
Sikasso	Sikasso	17	8	1	30	8,04
Koulikoro	Kangaba	11	6	5	14	2,83
<b>Sous-total 1</b>		<b>79</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>6,82</b>
Sikasso	Koutiala	6	12	4	20	7,45
Ségou	Bla	6	9	1	17	7,31
Koulikoro	Kati	9	10	1	33	10,07
<b>Sous-total 2</b>		<b>21</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>8,32</b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>7,88</b>

L'expérience des éleveurs en matière d'élevage de pintades était en moyenne de  $9 \pm 7,88$ . Le plus expérimenté résidait dans le cercle de Kadiolo et le moins dans celui de Bla.

### 3.3. Effectifs de pintades

Le tableau III fait ressortir les effectifs moyens des pintades par éleveur et par localité.

L'effectif moyen de pintades par exploitation était de 36 sur l'ensemble des sites, variant de 40 dans le cercle de Kangaba à 170 dans celui de Bougouni. L'effectif moyen était plus élevé en zone soudano-guinéenne qu'en zone soudanienne.

Trois couleurs de plumage permettent de distinguer les variétés de pintades (Photo 1).

**Tableau III.** Effectifs de pintades par localité dans la zone d'étude

Régions	Cercles	Nombre d'éleveurs	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart type
Sikasso	Bougouni	39	48	8	170	36,98
Sikasso	Kadiolo	12	47	9	107	37,83
Sikasso	Sikasso	17	28	5	97	24,85
Koulikoro	Kangaba	11	19	6	40	12,45
<b>Sous-total 1</b>		<b>79</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>170</b>	<b>33,73</b>
Sikasso	Koutiala	6	29	10	50	16,83
Ségou	Bla	6	48	11	75	24,24
Koulikoro	Kati	9	26	4	75	22,03
<b>Sous-total 2</b>		<b>21</b>	<b>33</b>	<b>4</b>	<b>75</b>	<b>22,20</b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>170</b>	<b>31,97</b>



Photo 1. Variétés de pintades élevées

- la pintade blanche : plumage blanc avec une couleur des œufs tendant vers le blanc sale comme chez la poule locale ;
- la pintade Bobo : plumage noire et des œufs de couleur rousse comme celle de la Rhode Island Red, elle est la plus lourde au Mali ;
- la pintade commune ou pintade grise : le plumage est gris avec des taches blanches et les œufs sont roux clairs ; chaque plume est ocellée de taches blanches sur fond gris, ce qui lui fait aussi appeler pintade grise perlée.

### 3.4. Pratiques d'élevage des pintades

Les pratiques d'élevage ont trait à l'habitat, à l'alimentation et à la conduite du troupeau.

#### 3.5.1. Habitat

Le poulailler était une partie intégrante de la concession et habité par différentes espèces aviaires. Il ne comporte en général qu'une seule ouverture, la porte, ce qui fait qu'il est toujours faiblement éclairé et aéré. Le sol était en terre battue ou non, dans les deux cas, sans litière et s'humidifiait en saison de pluies.

Dans la zone d'étude, 41% des éleveurs possédaient un poulailler amélioré. Le toit était en chaume ou en terre battue (Tableau IV).

Les proportions d'éleveurs possédant des poulaillers équipés de mangeoires, abreuvoirs et chaufferettes sont consignées au tableau V.

Les chaufferettes confectionnées en terre cuite étaient remplies de braises pendant les premières semaines de vie, comme source de chaleur pour les pintadeaux. D'autres éleveurs utilisaient des fourneaux ou des lampes à pétrole pour le même but.

Tableau IV. Possession de poulaillers améliorés dans la zone d'étude

Zones agro-climatiques	Sites	Éleveurs	Possession de poulaillers améliorés	
		Nombre	Nombre d'éleveurs	Pourcentage
Soudano-guinéenne	Kadiolo	12	4	33,33
	Bougouni	39	19	47,36
	Sikasso	17	6	35,29
	Kangaba	11	4	36,36
<b>Sous-total 1</b>		<b>79</b>	<b>33</b>	<b>41,77</b>
Soudanienne	Koutiala	6	1	16,6
	Bla	6	2	33,33
	Kati	9	3	33,33
<b>Sous-total 2</b>		<b>21</b>	<b>18</b>	<b>85,71</b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>64</b>	<b>64</b>

Tableau V. Taux d'équipement des poulaillers par localité et par zone agro-écologique

Zones agro-climatiques	Sites	Éleveurs		Pondoirs		Perchoirs		Mangeoires		Abreuvoirs		Chaufferettes	
		N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Soudano-guinéenne	Kadiolo	12	4	33,33	4	33,33	4	33,33	10	33,33	6	50,00	
	Bougouni	39	22	56,41	19	48,72	22	56,41	29	74,36	30	76,92	
	Sikasso	17	8	47,06	5	29,41	12	70,59	16	94,12	13	76,47	
	Kangaba	11	7	63,64	6	54,55	5	45,45	6	54,55	4	36,36	
<b>Sous-total</b>		<b>79</b>	<b>41</b>	<b>51,89</b>	<b>34</b>	<b>43,04</b>	<b>43</b>	<b>54,43</b>	<b>61</b>	<b>77,22</b>	<b>53</b>	<b>67,08</b>	
Soudanienne	Koutiala	6	1	16,67	0	0,00	1	16,67	6	100,	3	50,00	
	Bla	6	3	50,00	2	33,33	4	66,67	6	100,	4	66,67	
	Kati	9	2	22,22	3	33,33	4	44,44	7	77,78	3	33,33	
<b>Sous-total</b>		<b>21</b>	<b>6</b>	<b>28,57</b>	<b>5</b>	<b>23,81</b>	<b>9</b>	<b>42,86</b>	<b>19</b>	<b>90,48</b>	<b>10</b>	<b>47,62</b>	
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	

N: nombre

Dans 47% des poulaillers étaient aménagés des pondoires et dans 39% d'entre eux, des perchoirs. Le taux le plus élevé d'équipement en pondoires a été rencontré dans le cercle de Kangaba et le moins élevé dans celui de Kati. Quant aux perchoirs, le taux le plus élevé a été observé dans le cercle de Kangaba et le plus bas dans celui de Koutiala.

Le taux d'équipement en mangeoires était plus élevé dans le cercle de Sikasso et le plus bas dans celui de Koutiala. Pour les abreuvoirs, le taux le plus élevé d'équipement a été observé dans les cercles de Koutiala et Bla et le plus bas dans celui de Kadiolo. Quant aux chaufferettes, le taux le plus élevé a été observé dans le cercle de Bougouni et le plus bas dans celui de Kati. On a observé un équipement complet (pondoires, perchoirs, mangeoires et abreuvoirs) chez seulement 21% des éleveurs.

L'infestation des poulaillers par des argas (*Argas persicus*) a été constatée par 25% des éleveurs.

Le nettoyage du poulailler était effectué par 46% des éleveurs au moins une fois par

semaine. Les fientes étaient stockées pour être utilisées comme fertilisants sur des cultures.

### 3.3.2. Alimentation

Les pintades vivaient en bandes, en semi-domestication. Elles divaguaient en liberté autour des cases et cherchaient la presque totalité de leur nourriture autour du village et dans les champs avoisinants. Un complément était apporté par les éleveurs, suivant la disponibilité des aliments et leur niveau d'autosuffisance.

Les principaux aliments énergétiques étaient constitués de céréales (fonio, maïs, sorgho, mil) et de sons de céréales (Tableau VI). Pour les pintadeaux, on prend soins de concasser les céréales, pour faciliter la préhension et la digestion.

Les termites, la farine de poisson, la farine de sang d'abattoir, les tourteaux de coton et l'arachide ont été les principales sources de protéines. Les céréales ou sons et le pourcentage d'éleveurs les utilisant sont consignés au tableau VII.

Tableau VI. Céréales et proportions d'éleveurs les utilisant dans la zone d'étude

Régions	Cercles	Éleveurs	Pourcentage d'éleveurs utilisant les aliments (%)				
			N	Son	Maïs	Sorgho	Fonio
Sikasso	Bougouni	39	79,49	84,62	84,62	12,82	2,56
Sikasso	Kadiolo	12	75,00	58,33	25,00	16,67	16,67
Koulikoro	Kangaba	11	90,9	63,63	81,81	0,00	18,18
Sikasso	Sikasso	17	94,12	88,24	47,06	0,00	0,00
Sikasso	Koutiala	6	66,66	100	83,33	0,00	0,00
Ségou	Bla	6	100,00	100,00	100	16,67	33,33
Koulikoro	Kati	9	88,88	100,00	88,88	0,00	11,11
<b>Ensemble</b>		<b>100</b>	<b>84</b>	<b>83</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

N: nombre

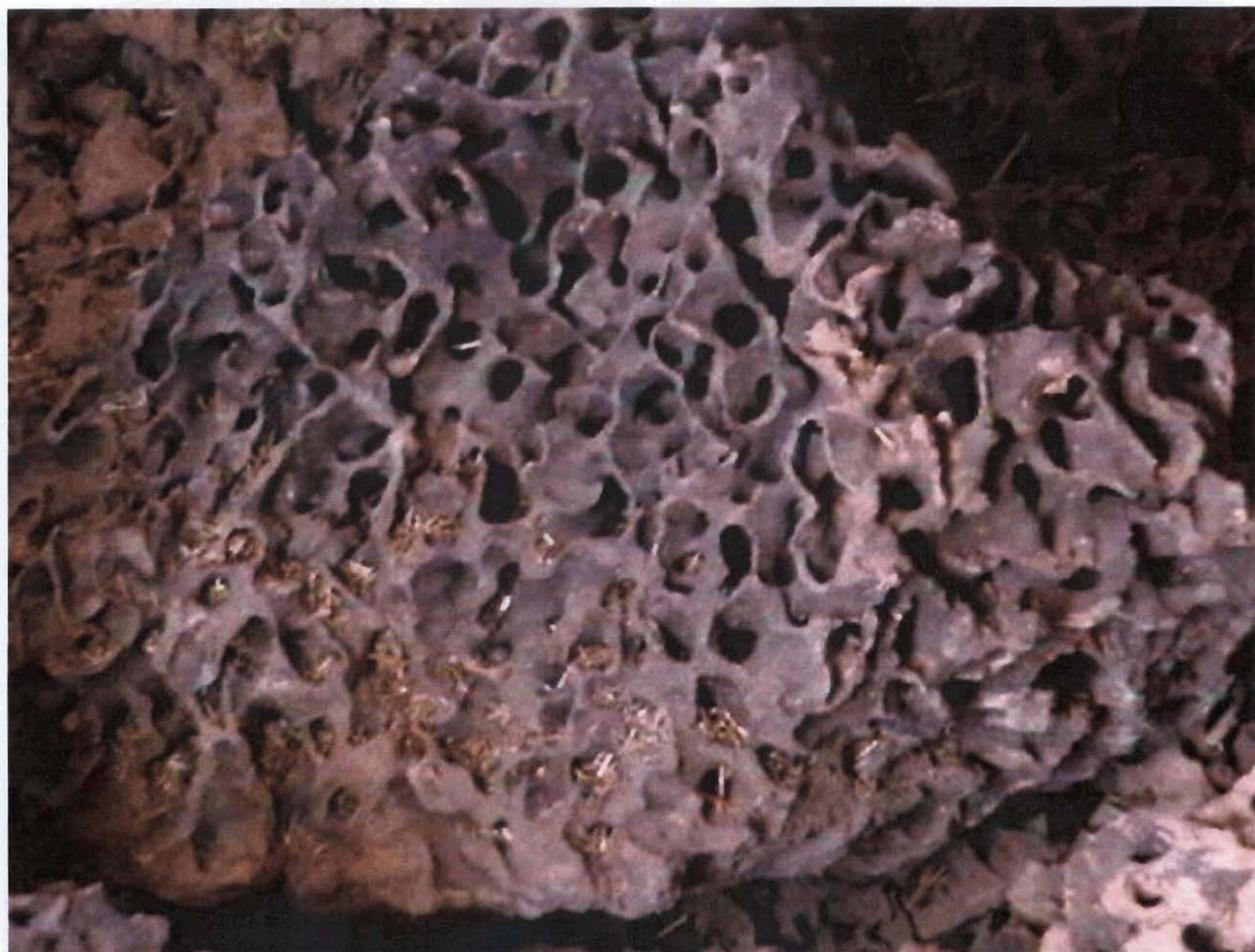


Photo 2. Motte de termitière avec des termites

Tableau VII. Proportions d'éleveurs utilisant les sources de protéines

Cercles	Nombre d'éleveurs	Pourcentage d'éleveurs utilisant les aliments (%)					
		Termites	Farine de poisson	Aliment* complet	Poudre d'arachide	Tourteau de coton	Farine de sang
Bougouni	39	87,18	23,07	17,95	7,69	0,00	0,00
Kadiolo	12	91,67	25,00	16,67	0,00	0,00	0,00
Kangaba	11	72,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sikasso	17	100	11,76	5,88	0,00	0,00	0,00
Koutiala	6	100	16,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Bla	6	66,67	33,33	16,67	0,00	33,33	16,67
Kati	9	66,66	0,00	0,00	11,11	0,00	0,00
<b>Ensemble</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

\* : Aliment de commerce



Photo 3. Pintades picorant des termites

Le fonio, décortiqué ou non, était distribué par 8% des éleveurs, les deux premières semaines de vie des pintadeaux. Au fur et à mesure que leur âge avançait, d'autres aliments lui étaient substitués. Le son de céréales a été l'aliment le plus souvent utilisé, suivi du maïs et du sorgho, par les éleveurs. Il était utilisé par 84% des éleveurs de pintades. Quant au maïs, il était utilisé par 83% d'entre eux, le sorgho par 72% et le mil par 8% des éleveurs. L'aliment volaille complet était utilisé par 16% des éleveurs.

Les termites et la farine de poissons étaient distribués aux pintades par 85% des éleveurs. La termitière est concassée en 2 ou 3 morceaux, selon l'effectif de pintadeaux et distribuée en autant de repas dans la journée. La proportion d'éleveurs utilisant de la farine de poisson était de 18%. Le tourteau de coton et la farine de sang n'ont été utilisés que dans le cercle de Bla.

### 3.6. Production d'œufs des pintades

L'entrée en ponte de la pintade varie de 7 à 8 mois d'âge. La ponte commence en début d'hivernage (Tableau VIII) et s'arrête avec les pluies (Tableau IX). Au cours de cette période, leur production d'œufs a été estimée de 100 à 110. Les pintades pondent dans la nature dans des nids collectifs, bien que tous les œufs ne soient pas repérés et totalement collectés.

La ponte démarre dès le mois d'avril chez 56% des éleveurs de pintades. Déjà au mois de mai, 98% des éleveurs possédaient des pintades en ponte. Elle s'arrête à partir d'octobre, correspondant à la fin de la saison des pluies (Tableau IX).

Tableau VIII. Début de ponte chez les pintades dans la zone d'étude

Mois	Nombre d'éleveurs	Pourcentage possédant des pintades en ponte	
		Pourcentage (%)	Cumul (%)
Décembre	2	3,23	3,23
Janvier	2	3,23	6,45
Février	3	4,84	11,29
Mars	13	20,97	32,26
Avril	15	24,19	56,45
Mai	26	41,94	98,39
Juin	1	1,61	100
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tableau IX. Période d'arrêt de la ponte chez les pintades dans la zone d'étude

Mois	Nombre d'éleveurs	Pourcentage possédant des pintades en ponte	
		Pourcentage (%)	Cumul
Septembre	18	3,23	3,23
Octobre	30	48,39	77,42
Novembre	04	6,45	83,87
Décembre	02	3,23	87,10
Janvier	02	3,23	90,32
Février	02	3,23	93,55
Juin	01	1,61	95,16
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.7. Reproduction des pintades

Le rapport mâle/femelle optimum est de 1/5. Il était respecté dans 85,33% des exploitations. Les mâles sont utilisés pendant 2 – 3 ans et les femelles pendant 3 ans.

Les taux d'éclosion des pintadeaux sur les différents sites sont consignés dans le tableau X.

Le taux le plus élevé a été enregistré dans le cercle de Koutiala et le plus bas dans le cercle

de Kadiolo. Le taux moyen d'éclosion est plus élevé en zone soudanienne qu'en zone soudano-guinéenne.

La couvaie de la pintade est médiocre, ce qui incite les éleveurs à faire couver les œufs et conduire les pintadeaux par des poules (Photo 4), des canes et des dindes. Certains éleveurs (8,86%) recourent à l'incubation artificielle à l'aide de couveuses à pétrole. Les pintadeaux sont conduits par les poules.

Tableau X. Taux d'éclosion des œufs de pintades dans la zone d'étude en pourcentage

Régions	Cercles	N	Œufs	Taux	Minimum	Maximum	Écart type
Sikasso	Bougouni	39	3081	93,36	80	100	7,39
Sikasso	Kadiolo	12	930	93,00	77	100	8,74
Sikasso	Sikasso	17	1316	94,00	75	100	8,52
Koulikoro	Kangaba	11	763	85,44	50	100	17,37
<b>Sous-total 1</b>		<b>79</b>	<b>6090</b>	<b>91,45</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>10,51</b>
Sikasso	Koutiala	6	490	98,00	90	100	4,47
Ségou	Bla	6	563	93,83	80	100	9,6
Koulikoro	Kati	9	759	94,88	80	100	7,77
<b>Sous-total 2</b>		<b>21</b>	<b>1812</b>	<b>95,57</b>	<b>83,33</b>	<b>100</b>	<b>4,40</b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>7725</b>	<b>93,07</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>9,43</b>

N: Nombre d'éleveurs de pintades



Photo 4. Poule conduisant des pintadeaux après éclosion

#### IV. Discussion

Les effectifs de pintades dans la zone d'étude étaient nettement supérieurs à ceux rapportés par Kuit *et al.* (1985) dans le Mali Central. Selon ces auteurs, le pourcentage de familles possédant la pintade dans la zone de Niono était de 3,4% pour le système urbain, 19,3% pour le système riz irrigué, 16,4% pour le système mil pluvial. La taille moyenne des troupeaux était de  $10 \pm 8,4$ , pour le système urbain,  $8,5 \pm 12,7$  pour le sous-système riz et  $11,4 \pm 8,8$  pour le système mil. Les effectifs moyens étaient également plus élevés que ceux rapportés (10 à 50) par Kouriba *et al.* (2002).

Contrairement au constat de Traoré (2000), la zone soudano-guinéenne a concentré plus de pintades que la zone soudanienne. Cela est certainement dû au nombre plus réduit des sites visités, un cercle par zone agro-climatique.

Sylla *et al.* (2011) ont rapporté des effectifs moyens de volaille compris entre 29 par

exploitation, dans le Delta central du Niger et 71 en zone soudanienne nord. Ces effectifs ne font cependant pas ressortir la part des différentes espèces aviaires. L'âge moyen des éleveurs de la zone d'étude est supérieur à celui rapporté par Sanfo *et al.* (2007) au Burkina Faso.

L'apport alimentaire par le paysan n'est qu'un appoint. Il est souvent si dérisoire qu'on est tenté de croire que c'est plus par esprit de domestication qu'il l'effectue (Hiver, 1995). Selon Koné *et al.* (1997), environ 90% des bandes de pintadeaux reçoivent de l'aliment au cours de la première quinzaine de vie. Ce pourcentage diminue jusqu'à 43% lorsque les pintadeaux atteignent environ 2 mois. Au-delà de ces apports d'aliments, les pintadeaux errent dans la nature à la recherche de vers et d'insectes (Koné *et al.*, 1997). En liberté, ils s'abreuvent au même endroit que les autres volailles. Les proportions de bandes de pintadeaux qui ont de l'eau en permanence ou qui reçoivent de l'eau quotidiennement diminuent de la première quinzaine de vie à la quatrième (Koné *et al.*, 1997).

Les performances de ponte de la pintade locale sont proches de celles rapportées par divers auteurs (Chrysostome, 1992; Olori, 1992; Saley, 1992). Kouriba *et al.* (2002) rapportent une production de 100 à 200 œufs en 4 à 6 mois de ponte. Selon ces mêmes auteurs, la ponte commence vers mi-mars pour atteindre son pic en juin-juillet.

Le rapport 2 à 4 femelles par mâle semble fréquent en aviculture traditionnelle, à l'approche de la saison de ponte (Diabaté, 1981; Assoumane *et al.*, 1997; Guèye, 1999).

La fertilité des œufs de pintades élevées en liberté totale ou en semi-liberté varie entre 50% et 72,5%. Les taux d'éclosion rapportés (55% – 100%) sont légèrement plus élevés que ceux des œufs de poule (Chrysostome, 1992; Olori, 1992; Sonaiya, 1992; Assoumane *et al.*, 1997). Ceci pourrait être dû aux caractéristiques et soins particuliers apportés aux œufs de pintades destinés à l'incubation. Le taux d'éclosion serait significativement influencé par la variété de la pintade (Assoumane *et al.*, 1997). Les œufs de la pintade lourde de l'ouest du Togo auraient un taux d'éclosion plus élevé (86 – 100% contre 72,9%) que ceux de la variété cendrée (Defly *et al.*, 1999). Le taux d'éclosion des œufs serait plus élevé en incubation artificielle (85,2 contre 82,9%) qu'en incubation naturelle au sol (Sonaiya, 1992), certainement à cause de leur différence de fertilité (72,5 contre 53,8%).

Les résultats sur la médiocre aptitude à la couvaison confirment ceux de Kouriba *et al.* (2002) qui ont rapporté 1 à 2 pintadeaux par femelle.

## V. Conclusion

Les éleveurs de pintades étaient en général des agro-éleveurs dans la tranche d'âge de 16 à 87 ans, avec une expérience moyenne de 9 ans en matière d'élevage de pintades.

L'effectif moyen de pintades par exploitation variait de 19 dans le cercle de Kangaba à 48 dans le cercle de Bougouni, avec une moyenne de 36 sur l'ensemble des sites. Il était plus élevé en zone soudano-guinéenne que soudanienne.

Trois couleurs de plumage permettent de les distinguer: la pintade blanche, la pintade Bobo et la pintade grise.

Dans la zone d'étude, 41% des éleveurs possédaient un poulailler amélioré, 47% des poulaillers contenaient des pondeurs et 39% des perchoirs.

Le taux d'équipement des poulaillers en mangeoires était de 52%, en abreuvoirs de 80% et en chaufferettes de 63%. On retrouvait un équipement complet chez seulement 21% des éleveurs.

L'infestation des poulaillers par *Argas persicus*, a été constatée par 25% des éleveurs.

Le nettoyage du poulailler était effectué par 46% des éleveurs, au moins une fois par semaine.

Le fonio, en grains ou non décortiqué, est distribué les deux premières semaines de vie des pintadeaux, par 8% des éleveurs.

Les sons de toutes céréales confondues étaient utilisés par 84% des éleveurs, le maïs par 83% et le sorgho, par 72% des éleveurs de pintades. L'aliment volaille complet était utilisé par 16% et le mil par 8% des éleveurs.

Les termites qui constituent la principale source de protéines étaient offertes par 85% des éleveurs plusieurs fois dans la journée. La proportion d'éleveurs utilisant de la farine de poisson était de 18%.

L'entrée en ponte des pintades varie de 7 à 8 mois d'âge. La ponte démarre dès le mois d'avril chez 56% des éleveurs de pintades. Au cours de cette période, elles pondent en moyenne 100 – 110 œufs. Au mois de mai, 98% des éleveurs de pintades observent la ponte des pintades dans la zone d'étude. Celle-ci s'arrête en octobre, à la fin de la saison des pluies.

Le rapport mâle/femelle de 1/5 était respecté par 85,33% des exploitations. Les mâles étaient exploités pendant 2 – 3 ans et les femelles pendant 3 ans.

## VI. Références

- ASSOUMANE I., 1997. L'élevage des pintades au Niger. In: Sonaiya E.B. (ed) *Issues in family poultry research and development. Proceedings INFPD workshop Dec. 9-13, Mbour, Senegal*, pp 254 – 259.
- CHRYSOSTOME C., 1992. In: FAO et PDAV (eds.) *Compte rendu de l'atelier organisé sur le développement de la pintade en régions sèches africaines*. 19–23 octobre 1992 Ouagadougou, Burkina Faso. 41 p.
- DEFLY A., DOGBE A. et Adomefa K., 1999. Caractéristiques de l'aviculture traditionnelle – Etat actuel des connaissances au Togo et ailleurs. Institut Togolais de la Recherche Agricole (ITRA/CRA – L), oct. 1999. 30 p.
- DIABATÉ H., 1981. Elevage traditionnel de la pintade en Haute Volta. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Institut Supérieur Polytechnique Ouagadougou, Burkina Faso. 109 p.
- D.N.P.I.A., 2013. Rapport annuel d'activités. Direction Nationale des Productions et Industries Animales, Bamako, Mali, 116 p.
- GUÈYE E.F., 1999. Hatchability in African villages. *International Hatchery Practice*, 13(5): 19–23.
- HIVER B., 1995. Contribution à l'étude des facteurs de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso, Thèse de doctorat. EISMV/Dakar.
- KONÉ B., DJOUARA H. et DE GROOTE H., 1997. L'élevage traditionnel des pintadeaux au Mali Sud: les facteurs de mortalité. Rapport d'une enquête commanditée par le Projet d'Appui à l'Elevage – Sikasso au Mali. IER-16 p.
- KOURIBAA., COULIBALY M.D. et SANGARÉ N., 2002. Rapport sur l'Etat des Ressources Génétiques Animales dans le Monde; Rapport National du Mali. Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche; 94 p.
- KUIT H.G., TRAORÉ A. et WILSON R.T., 1985. L'Elevage au Mali central: Enquête préliminaire sur la production des animaux de basse-cour dans la zone de Niono. Document de Programme N° AZ 144A, 25 p. Centre International pour l'Elevage en Afrique. B.P. 60 Bamako (Mali).
- OLORI V., 1992. In: FAO et PDAV (eds.) *Compte rendu de l'atelier organisé sur le développement de la pintade en régions sèches africaines*. 19–23 octobre 1992 Ouagadougou, Burkina Faso. 41 p.
- P.I.R.T., 1986. Projet Inventaire des Ressources Terrestres, zonage agro-écologique du Mali (1986). –Vol. I, 129 p.
- SALEY A., 1992. In: FAO et PDAV (eds.) *Compte rendu de l'atelier organisé sur le développement de la pintade en régions sèches africaines*. 19–23 octobre 1992, Ouagadougou, Burkina Faso. 41 p.
- SANFOR., BOLY H., SAWADOGO L., OGLE B., 2007. Caractéristique de l'élevage villageois de pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso. *Tropicicultura*, 2007, 25, 31-36.
- SANGARÉ M., 2005. Synthèse des résultats acquis en aviculture traditionnelle dans les systèmes de production animale d'Afrique de l'Ouest, URPA – PROCORDEL, CIRDES 66 p.
- SAUNDERS M.J., 1984. Agriculture traditionnelle en Haute-Volta: Synthèse des connaissances actuelles et réflexions autour d'une expérience de développement (1979-1984) 43 p.
- SONAIYA E.B., 1992. La pintade: Etat des connaissances dans les zones arides et semi-humides d'Afrique de l'Ouest. In: FAO et PDAV (eds.) *Compte rendu de l'atelier organisé sur le développement de la pintade en régions sèches africaines*. 19–23 octobre 1992 Ouagadougou, Burkina Faso. FAO, Rome. 41 p.
- SYLLA M., SIDIBÉ S., TRAORÉ B., DIALLO F.C., BALLO A., KÉITA S., KONÉ N.G., 2011. Importance du parasitisme interne chez le poulet et la pintade en milieu rural du Mali. *Commun. Avic. Fam.*, 2011, 20, 7-15.
- TRAORE B., 2000. Caractérisation des élevages avicoles traditionnels en zone soudanienne et soudano guinéenne du Mali. In: *Proceeding International Network for Family Poultry Development workshop, M'Bour, Senegal*, 9-13 December 1997, 1997, 133-139.

**Pintadeaux**



**Pintades**



# Résultats d'une enquête sérologique sur la maladie de Newcastle et la bursite infectieuse chez la pintade (*Numida meleagris*) en milieu rural au Mali

## Serological survey of Newcastle disease and infectious bursal disease in local guinea fowl (*Numida meleagris*) in rural area of Mali

Sylla M.<sup>1\*</sup>, Sidibé S.<sup>2</sup>, Traoré B.<sup>1</sup>, Kéïta S.<sup>1</sup>, Diallo F.C.<sup>1</sup>, Kéïta O.<sup>1</sup>, N'Diaye M.<sup>1</sup>, Diarra M.M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Economie Rurale - BP 262 Bamako, Mali

<sup>2</sup>Laboratoire central vétérinaire - BP 2295 Bamako, Mali

<sup>3</sup>Institut Polytechnique Rural de Katibougou - BP 06 Koulikoro, Mali

\*Tél. : +223 76 21 91 10 / +223 65 74 02 82 - Courriel : syllamodibo08@gmail.com

### Résumé

La présente étude a été conduite sur la période allant de 2000 à 2001 dans le but de déterminer la prévalence de la maladie de Newcastle et de la bursite infectieuse chez la pintade (*Numida meleagris*) en milieu rural. Elle a couvert 102 exploitations dans 37 villages des cercles de Bougouni, Kadiolo, Sikasso, Koutiala (région de Sikasso), Bla (région de Ségou), Kangaba et Kati (région de Koulikoro). Ces sites, situés dans les zones agro-climatiques soudano-guinéenne et soudanienne, ont été retenus en fonction de l'importance des effectifs aviaires et de l'acuité de la mortalité des pintades. Des échantillons de sang ont été prélevés sur les pintades et envoyés pour analyses au Laboratoire Central Vétérinaire à Bamako. Le taux de prévalence sérologique de la maladie de Newcastle a été de 9,18 % (59/640) variant de 1,53 % à 21,74 %. Il est plus élevé en zone soudanienne que soudano-guinéenne. La pintade étant sensible à la maladie de Newcastle, elle doit par conséquent être prise en charge dans les campagnes de vaccination, entreprises essentiellement pour les poulets. Tous les sérums se sont révélés négatifs au test d'anticorps spécifiques contre le virus de la bursite infectieuse.

**Mots clés :** aviculture, pintade, mortalité, maladie de Newcastle, bursite infectieuse, Mali.

### Abstract

A serological survey was conducted in years 2000 and 2001, with the main aim to determine the prevalence of Newcastle disease (ND) and Infectious bursal disease (IBD), in guinea fowl (*Numida meleagris*) in rural area of Mali. The study concerned 102 farms, in 37 villages of the *cercles* of Bougouni, Kadiolo, Sikasso, Koutiala (Sikasso region), Bla (Ségou region), Kangaba and Kati (Koulikoro region). These sites belong to two agro-climatic areas, namely: Sudano-Guinean and Sudanian. They were chosen because of the importance of poultry flock and the high mortality rate of guinea fowl in these areas. Blood samples were collected and carried to the Central Veterinary Laboratory (LCV) in Bamako in order to be tested. The mean occurrence rate of Newcastle disease was established to 9.18% (59/640), ranged from 1.53% to 21.74%. The occurrence rate was higher in the Sudanian than the Sudano-Guinean region. Since guinea fowl is sensitive to Newcastle disease, it must therefore be taken care of during vaccination campaigns, intended mainly for chicken. All serums were found to be negative for the specific antibody test against the infectious bursal virus.

**Key words:** poultry farming, guinea fowl, mortality, Newcastle disease, infectious bursal disease, Mali.

## I. Introduction

Le cheptel aviaire du Mali est estimé à 35 095 598 têtes, toutes espèces confondues, dont 90% sont concentrées en aviculture familiale (D.N.P.I.A., 2012). Les statistiques ne donnent pas d'informations sur la répartition entre espèces aviaires, bien que Sangaré (2005) estime la population de pintade à 18% du cheptel aviaire, faisant d'elle l'espèce aviaire la plus nombreuse après le poulet.

En élevage traditionnel en Afrique au sud du Sahara, la maladie de Newcastle constitue la pathologie dominante (Sylla *et al.*, 2003; Guèye, 1998; Tounkara *et al.*, 1995). C'est une affection, causée par un paramyxovirus de sérotype 1 (PMV1), qui est à l'origine des mortalités de 80–100% des oiseaux dans les élevages. Toutes les espèces de volailles domestiques sont réceptives. Mishra *et al.* (2001) ont démontré que la pintade est sensible à la maladie et ont rapporté une mortalité de 52% chez des pintades inoculées avec la souche du poulet contre 8% chez celles inoculées avec la souche issue de la pintade. Cette maladie a été diagnostiquée par Durojaiye et Adene (1988) sur la pintade locale dans le système d'élevage intensif à Ibadan au Nigéria. Dans ce même pays, l'apparition de foyers naturels de la maladie avec des souches vélogènes a été rapportée sur la pintade locale (Haruna *et al.*, 1993).

La bursite infectieuse dans sa forme aiguë est associée à une mortalité élevée chez les poussins âgés de 3 à 6 semaines. Elle peut être à l'origine de problèmes secondaires liés à l'effet du virus sur la bourse de Fabricius.

L'objectif de l'étude était de déterminer la prévalence de la maladie de Newcastle et de la bursite infectieuse, appelée maladie de Gumboro, chez la pintade locale en milieu rural au Mali.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Description de la zone d'étude

Le Mali compte quatre zones agro-climatiques, les zones soudano-guinéenne, soudaniennes, sahéliennes et saharienne (Figure 1). L'étude s'est déroulée dans les zones agro-climatiques soudano-guinéenne et soudanienne du Mali, notamment dans les cercles de Kadiolo, Kangaba, Bougouni, Sikasso, Koutiala, Bla et Kati.

La zone soudano-guinéenne ou guinéenne nord, se situe à l'extrême Sud du Mali et couvre 75 000 km<sup>2</sup>, soit 6% du territoire. La pluviométrie, comprise entre 800 et 1000 mm/an, s'étale sur 6 mois. Les sols tropicaux rouges sont généralement plus profonds et fertiles, mais très sensibles à l'érosion hydrique (P.I.R.T., 1986).

La zone soudanienne couvre une superficie de 215 000 km<sup>2</sup>, soit 17,5% du territoire. La pluviométrie, répartie sur 5 mois, varie de 600 mm au Nord à plus de 800 mm/an au Sud. Les fleuves, les marigots et les mares fournissent de grandes quantités d'eau de surface tout au long de l'année (P.I.R.T., 1986).

### 2.2. Sites de prélèvement

L'étude a couvert la région de Sikasso et une partie de celle de Koulikoro qui totalisent 49,04% du cheptel aviaire du pays (D.N.P.I.A., 2011). Cent deux (102) exploitations, réparties dans 37 villages des cercles de Bougouni (17), Kadiolo (6), Sikasso (2), Koutiala (3), Bla (3), Kangaba (5), Kati (1), ont été visitées en 2000 et 2001. Ces sites ont été choisis en fonction de l'importance des effectifs de pintades et de l'acuité de la mortalité des pintades.

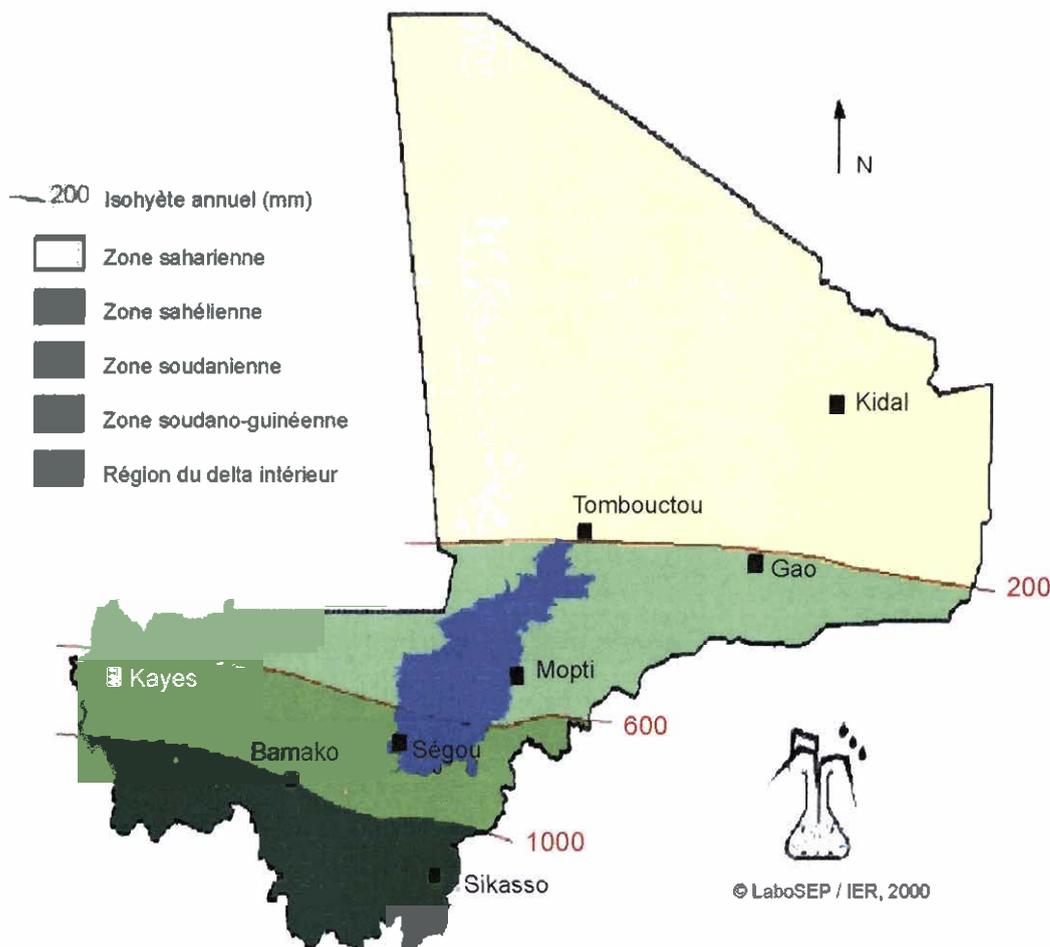


Figure 1. Zones agro-climatiques du Mali

### 2.3. Collecte de prélèvements

Les échantillons étaient constitués de sérums obtenus à partir de 2–4 ml de sang prélevé à la veine alaire. Les pintades malades ou convalescents, n'ayant jamais été vaccinés, ont été ciblés. La collecte d'échantillons a concerné 864 pintades dont 388 (44,91 %) en 2000 et 476 (55,09 %) en 2001, constitués essentiellement de sujets âgés de plus de 3 mois. Au total, 643 échantillons ont été testés pour ce qui concerne la maladie de Newcastle et 864 échantillons pour la bursite infectieuse.

### 2.4. Méthodes d'analyses des sérums

Les sérums ont été testés pour la recherche des anticorps spécifiques dirigés contre le virus de la maladie de Newcastle et le virus de la bursite infectieuse. Le test d'inhibition de l'hémagglutination a été utilisé pour la mise en évidence des anticorps dirigés contre le virus de la maladie de Newcastle. Le test d'immunodiffusion sur gélose a été mis en œuvre pour la détection des anticorps du virus de la bursite infectieuse. Le taux de prévalence a été évalué en faisant le rapport du nombre de sérums positifs sur le nombre total de sérums testés, multiplié par 100.

Taux de prévalence =  $\frac{\text{Nombre de sérums positifs}}{\text{Nombre total de sérums}} \times 100$

### III. Résultats

#### 3.1. Prévalence de la maladie de Newcastle

La prévalence sérologique de la maladie de Newcastle a été évaluée dans les deux zones agroclimatiques. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau I.

Il ressort du tableau I que le virus de la maladie de Newcastle circule dans les deux zones agro-climatiques avec une prévalence plus élevée en zone soudanienne que soudano-guinéenne. Le taux moyen de prévalence

sérologique a été de 9,18% (59/643) avec une fourchette allant de 1,53% (2/131) dans le cercle de Sikasso à 21,74% (10/46) dans le cercle de Koutiala. Dans 46,15% (12/26) des villages, la prévalence a été nulle. Les pintades prélevées ont développé des titres d'anticorps spécifiques allant de 1:2 à 1:256.

#### 3.2. Prévalence de la bursite infectieuse

Aucun sérum n'a été positif au test spécifique dirigé contre les anticorps de la bursite infectieuse (Tableau II).

Tableau I. Prévalence sérologique de la maladie de Newcastle chez la pintade en milieu rural au Mali

Zones agro-climatiques	Cercles	Sérums testés		Sérums positifs	
		Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Soudano-guinéenne	Kadiolo	80	9,26	10	12,50
	Bougouni	386	44,68	37	9,59
	Sikasso	131	15,16	2	1,53
Sous-total 1		597	81,56	49	8,21
Soudanienne	Koutiala	46	5,32	10	21,74
Sous-total 2		46	6,28	10	21,74
Total		643	100	59	9,18

Tableau II. Prévalence sérologique de la bursite infectieuse chez la pintade en milieu rural au Mali

Zones agro-climatiques	Sites	Sérums testés		Sérums positifs	
		Nombre	Nombre	Pourcentage	
Soudano-guinéenne	Kadiolo	80	0	0,00	
	Bougouni	386	0	0,00	
	Sikasso	131	0	0,00	
	Kangaba	89	0	0,00	
Sous-total 1		686	0	0,00	
Soudanienne	Koutiala	46	0	0,00	
	Bla	67	0	0,00	
	Kati	65	0	0,00	
Sous-total 2		178	0	0,00	
Total		864	0	0,00	

## IV. Discussion

Tous les cercles enquêtés étaient infectés par le virus de la maladie de Newcastle. Le taux de prévalence se trouve dans le même ordre (7-20%) que ceux rapportés par Bessin *et al.* (1998), en élevage traditionnel au Burkina Faso. Des taux de 13,7% ont été rapportés au Niger (Idi *et al.*, 2001), de 3,6% au Nigéria (Mai *et al.*, 2004) et de 14% par Courtecuisse *et al.* (1990) au Niger.

Des enquêtes sérologiques menées en élevage traditionnel sur l'espèce *Gallus gallus* ont révélé des taux de prévalence supérieurs à ceux obtenus au cours de celles-ci. C'est ainsi que Sylla *et al.* (2003) rapportent 12,1-38,8% au Mali; Arbelot *et al.* (1997), 84% en saison sèche et 98% en saison des pluies, au Sénégal; Tounkara *et al.* (1995), 46,6-52,27% dans les régions de Kayes, Koulikoro et le District de Bamako; Kounta (1993), 14,28-59,09%; Couacy-Hymanne (1991), 80-100% en Côte d'Ivoire et Chrysostome *et al.* (1995), 60-65% au Bénin. Ces taux élevés pourraient s'expliquer par l'espèce aviaire concernée, le poulet, plus sensible que la pintade.

Les titres aussi élevés (1:256) laissent penser à l'aptitude de certaines variétés ou écotypes de pintades à réagir contre la maladie de Newcastle par une production accrue d'anticorps. Ceci permettrait de confirmer les observations de Lecoz-Douin (1992), selon lesquelles la pintade serait moins sensible que les poules vis-à-vis du virus de la maladie de Newcastle.

La prévalence nulle de la bursite infectieuse laisse penser que les pintades dans la zone d'étude n'ont pas été infectées par le virus de cette maladie. En effet la recherche d'anticorps du virus de la bursite infectieuse, au cours d'une enquête sérologique menée par Mai *et al.* (2004) au Nigéria, sur des canards et des pintades locales en élevage traditionnel, s'est révélée négative pour les deux espèces. Selon Onyeanus *et al.* (2009), la pintade n'est pas sensible au virus de la bursite infectieuse, mais sert plutôt de réservoir et pourrait ainsi contaminer d'autres espèces aviaires. Cependant, Adevuji (1989)

a détecté des anticorps chez la pintade après une infection expérimentale. Des taux de prévalence assez élevés (47 – 84%) ont été rapportés par Courtecuisse *et al.* (1990) au Niger, Dossa *et al.* (2005) au Bénin et Arbelot *et al.* (1997) chez les poulets de brousse au Sénégal. Ces taux de prévalence contrastent avec celui enregistré par Sylla *et al.* (1999), qui était de 1,6% en aviculture villageoise sur un échantillon composé essentiellement de poulets.

## V. Conclusion

La pintade, représentant la deuxième espèce aviaire la plus nombreuse après le poulet, est élevée essentiellement dans les zones agro-climatiques soudano-guinéenne et soudanienne du Mali. Le taux de prévalence sérologique de la maladie de Newcastle, a été de 9,18% avec une variation de 1,53% dans le cercle de Sikasso à 21,74% dans celui de Koutiala. Certaines pintades ont développé des titres d'anticorps spécifiques allant de 1:2 à 1:256. Globalement, le taux de prévalence a été plus élevé en zone soudanienne que soudano-guinéenne. La pintade est bien sensible à la maladie de Newcastle et doit par conséquent être prise en charge dans les campagnes de vaccination.

Aucun sérum n'a été positif au test spécifique dirigé contre les anticorps de la bursite infectieuse. Les pintades prélevées pourraient n'avoir pas été infectés par le virus concerné. Il est généralement admis que cette maladie affecte plus la poule que la pintade. Les futures investigations nous en diront plus.

## VI. Remerciements

Nos remerciements s'adressent à tout le personnel d'encadrement des structures d'élevage qui nous ont accompagné, aux braves éleveurs pour leur hospitalité et la disponibilité dont ils ont fait montre au cours de l'étude. Nos remerciements vont également à la Direction Générale de l'IER et au Projet d'Appui aux Structures Agricoles et Organisations Paysannes (PASAOP) pour le budget mis à notre disposition.

## VII. Références

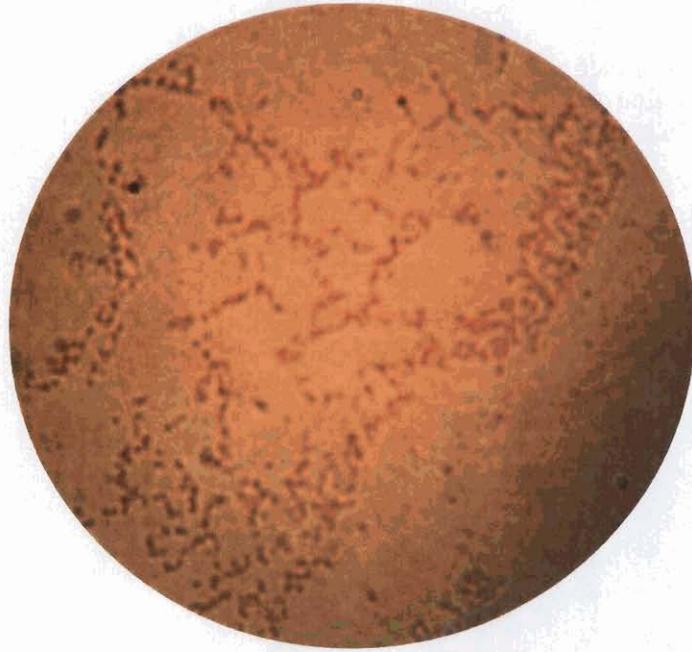
- ADEWUYI O.A., DUROJAIYE O.A. & ADENE D.F., 1989. The status of guinea fowls (*Numida meleagris*) in the epidemiology of infectious bursal disease of poultry in Nigeria. *J. vet. Med., B*, 36,43-48.
- ARBELOT B., DAYON J. F., MAMIS D., GUEYE J. C., TALL F., SAMB H., 1997. Enquête sur la prévalence sérologique des principales pathologies aviaires au Sénégal : mycoplasmoses, pullorose, typhose, maladie de Newcastle, maladie de Gumboro et bronchite infectieuse. *Revue d'Elev. Médvet. Pays trop.*, 51(4) 293-296
- BESSIN R., BELLEM A.M.G., BOUSSIN H., KABORET Y. et DEMBÉLÉ M.A., 1998. Enquête sur les causes de mortalité des pintadeaux au Burkina Faso. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 51(1) : 87-93.
- CHRYSOSTOME C., BELL J.G., DEMEY Y. F., VERHUST A., 1995. Sero surveillance of three diseases in village chickens in Benin. *Rev. Vet. Med.*, 1995, 22, 257-261.
- COUACY-HYMANNE E., SANOGO B. et DOMANECH J., 1991. Épidémiologie de la maladie de Newcastle en Côte d'Ivoire. In: Newcastle Disease Vaccines for Rural Africa. Proceedings of a workshop held at PANVAC Debre Zeit, Addis Ababa, Ethiopia 22 - 26 April, pp. 65-68.
- COURTECUISSÉ C., JAPIOTT F., BLOCH N., DIALLO I., 1990. Enquête sérologique sur la maladie de Newcastle et de Gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez les poules de race locale au Niger. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 27-29.
- DOSSA S.C., SAVIRA A., SALIFOUS., DOSSOUGBETE G.S.O., MENSAH S.E., 2005. Profils sérologiques des poulets d'élevages traditionnels au Bénin. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 2005, 3, 27-31.
- D.N.P.I.A., 2012. Rapport annuel d'activités de la Direction nationale des productions et industries animales, 111 p.
- D.N.P.I.A., 2011. Rapport annuel d'activités de la Direction nationale des productions et industries animales, 103 p.
- DUROJAIYE O.A., ADENE D.F., 1988. Newcastle disease and egg drop syndrome '76 in guinea fowls (*Numida meleagris galeata* Pallas). *Zentralbl. Veterinarmed. B*, 1988, 35, 152-154.
- GUEYE E.H.F., 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *Worlds Poult. Sci. J.*, 1998, 54,73-86.
- HARUNA E.S., SHAMAKID, ECHEONWU G.O.N., MADJIYABGE K.A., SHUAIBUY., Du D.R., 1993. A natural outbreak of Newcastle disease in Guinea fowl (*Numida meleagris galeata*) in Nigeria. *Rev. - Off. Int. Epiz.*, 1993, 12, 887-893.
- IDI A., MAIKANO I., BAKO I., GARBA D., NDOMBA N., 2001. Serological and parasitological survey on local guinea fowl at village level in Niger. *Bull. RIDAF*, 2001, 11, 11-18.
- KOUNTA A.O.S., 1993. Mali. Vers un développement de l'aviculture villageoise. *Afric. Agric. 22* : 17-19.
- LECOZ-DOUIN J., 1992. L'élevage de la pintade. Edition point vétérinaire: Maisons-Alfort, 1992, 252 p.
- MAI H.M., OGUNSOLA O.D., OBASI O.L., 2004. Serological Survey of the Newcastle disease and infectious bursal disease in local ducks and local guinea fowls in Jos, Plateau State, Nigeria. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 2004, 57, 41-44.
- MISHRA S., KATARIA J.M., SAH R.L., VERMA K.C., MISHRA J.P., 2001. Studies on the pathogenicity of Newcastle Disease virus isolate in guinea fowl. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2001, 33, 313-320.
- ONYEANUSI B.I., ONYEANUSI C.G. and IBE C.S., 2009. Susceptibility of Guinea Fowl (*Numida meleagris galeata*) to Infectious Bursal Disease Virus (IBDV). *International Journal of Poultry Science* 8 (6): 595-597, 2009.
- P.I.R.T., 1986. Projet Inventaire des Ressources Terrestres, zonage agro-écologique du Mali (1986). Vol. I, 129 p.
- SANGARÉ, M., 2005. Synthèse des résultats acquis en aviculture traditionnelle dans les systèmes de production animale d'Afrique de l'Ouest, URPA - PROCORDEL, CIRDES 66 p.

SYLLA M., TRAORÉ B., SIDIBÉ S., KÉITA S., DIALLO F.C., KONÉ B., BALLO A., SANGARÉ M., KONÉ N'g., 1999. Etude des causes de morbidité et de mortalité de la volaille. Rapport du Comité Technique Régional (CTR), IER, Bamako, Mali, 22 p.

SYLLA M., TRAORÉ B., SIDIBÉ S., KÉITA S., DIALLO F.C., KONÉ B., BALLO A., SANGARÉ M., KONÉ N'g., 2003.

Epidémiologie de la maladie de Newcastle en milieu rural au Mali. *Rév. Elev. Méd. vet. Pays trop.*, 2003, 56 (1-2) :7-12.

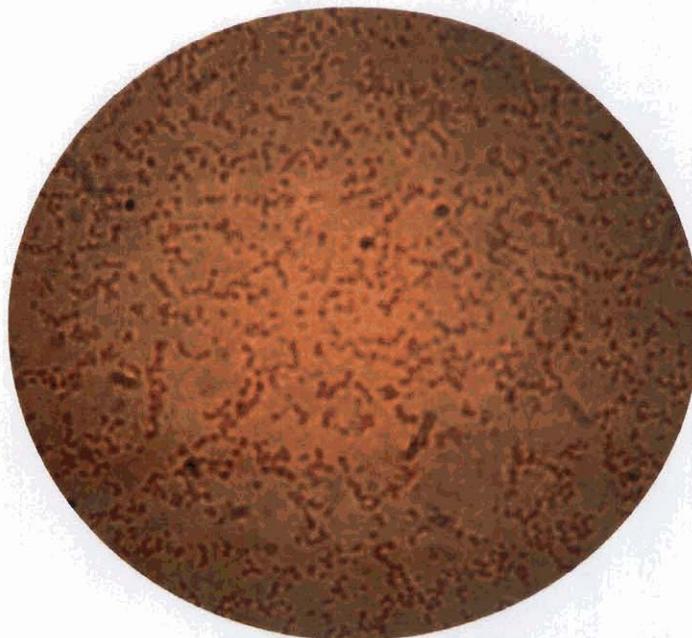
TOUNKARA K., DIALLO B. O., SECK B. M., TRAORÉ A., SAMAKÉ K., 1995. Prévalence sérologique des principales viroses du bétail et de la volaille au Mali. *Revue Malienne de Science et de Technologie* N° 3, Avril 1995, p. 30-35.



**Bactérie : *Bacillus subtilis* L4**



**Racine de la plante avec des mycorhizes**



**Bactérie : *Bacillus subtilis* S64**

# Effet de l'inoculation des isolats bactériens sur la symbiose bénéfique du maïs avec les mycorhizes (*Glomus intraradices*) en présence du Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) dans les conditions de serre

## The effect of inoculation of the bacterial isolates on maize beneficial symbiosis with the mycorrhize (*Glomus intraradices*) in the presence of the Tilemsi Phosphate Rock (TPR) in greenhouse conditions

Traoré L.<sup>1,2</sup>, Antoun H.<sup>2</sup>, Lahbib M.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Economie Rurale, IER/CRRA-Sotuba, BP 262, Bamako, Mali

<sup>2</sup>Centre Sève et Centre de Recherche en Horticulture, Université Laval, Québec, Canada

<sup>3</sup>Université de Bamako, Mali

<sup>4</sup>Chaire UNESCO pour l'Environnement, Bamako, Mali

\*Tél.: +223 66 72 43 26 - Courriel: ltraore68@gmail.com

### Résumé

Les champignons mycorrhiziens constituent une composante importante des micro-organismes du sol. L'association à bénéfice réciproque entre les plantes et certains champignons du sol, favorise l'absorption par la plante d'éléments nutritifs tels que le phosphore. Ainsi, les mycorhizes peuvent être un facteur stimulateur de l'absorption du phosphore, de la croissance et de la production de la plante, tout comme les bactéries qui solubilisent les phosphates. Un essai a été conduit sous serre, dans des pots de végétation pour déterminer l'effet de l'inoculation de 6 isolats de bactéries (*Bacillus subtilis. subsp. Subtilis (T); DSM10*) sur la symbiose bénéfique du maïs avec les mycorhizes (*Glomus intraradices*) en présence du Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT). Le dispositif expérimental a été un bloc de Fisher à 14 traitements ( $T_0I_0M_0$ ,  $T_0I_6M_0$ ,  $I_1M$ ,  $I_2M$ ,  $I_3M$ ,  $I_4M$ ,  $I_5M$ ,  $I_6M$ ,  $I_1M_0$ ,  $I_2M_0$ ,  $I_3M_0$ ,  $I_4M_0$ ,  $I_5M_0$ ,  $I_6M_0$ ) complètement randomisés par bloc et à 4 répétitions, où I = isolat,  $I_0$  = sans isolat; M = mycorhize,  $M_0$  = sans mycorhize;

1 à 6 = nombre d'isolats;  $T_0$  = Témoin. Les résultats obtenus de cette expérimentation ont montré une interaction positive entre les 6 souches de bactéries testées et le champignon mycorrhizien (*Glomus intraradices*) sur les paramètres agronomiques suivants: 13 contre 12 (non mycorhizés) pour le nombre de feuilles; 352,88 g contre 256,95 g pour la biomasse aérienne fraîche; 42,43 g contre 41,42 g pour la biomasse aérienne sèche; 9 g contre 2,05 g pour la biomasse sèche des racines; 4,35 % contre 1,27 % pour la mycorhization. Cette interaction positive a été plus marquée sur le taux de mycorhization pour les bactéries  $I_2$  et  $I_6$  avec 6,97 % et 5,22 % respectivement. Cette étude avait pour objectif de déterminer l'effet de l'inoculation de 6 isolats bactériens dissolvant le phosphate sur la symbiose bénéfique du maïs avec les mycorhizes (*Glomus intraradices*) en présence du Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT).

**Mots clés:** Serre, Inoculation, Bactéries solubilisatrices de phosphate, Mycorhizes à vésicules et à arbuscules, Maïs, *Glomus intraradices*.

## Abstract

The mycorrhizal fungi are an important component of soil microorganisms. The association with mutual benefit between plants and soil fungi promotes plant uptake of nutrients such as phosphorus. Thus, the mycorrhize may be a phosphorus uptake-stimulating factor for growth and production of the plant as well as a phosphate solubilizing bacteria. An experiment conducted under greenhouse was carried out in vegetative pots to determine the inoculation effect of 6 bacteria isolates (*Bacillus subtilis*, subsp. *Subtilis* (T); DSM10) on maize beneficial symbiosis with the mycorrhize (*Glomus intraradices*) in the presence of the Tilemsi Phosphate Rock (TPR). The experimental design was a completely randomized complete block with 4 replicates and 14 treatments ( $T_0I_0M_0$ ,  $T_0I_1M_0$ ,  $I_1M_0$ ,  $I_2M_0$ ,  $I_3M_0$ ,  $I_4M_0$ ,  $I_5M_0$ ,  $I_6M_0$ ,  $I_1M_1$ ,  $I_2M_1$ ,  $I_3M_1$ ,  $I_4M_1$ ,  $I_5M_1$ ,  $I_6M_1$ ). I = isolate,  $I_0$  = no isolate; M = mycorrhize,  $M_0$  = no mycorrhize; 1-6 = number of isolates;  $T_0$  = control. The results obtained from this experiment have shown a positive interaction between the 6 bacteria strains and the mycorrhizal fungi (*Glomus intraradices*) on the following agronomic parameters: 13 vs 12 (no mycorrhize) for leaf number; 352,88 g vs 256,95 g for fresh aerial biomass; 42,43 g vs 41,42 g for dry aerial biomass; 9 g vs 2,05 g for dry roots biomass; 4,35% vs 1,27% for mycorrhization. This positive interaction was higher on the mycorrhization rates for  $I_2$  and  $I_6$  with 6,97% and 5,22% respectively. The objective of this study was to determine the inoculation effect of 6 phosphate dissolving bacteria isolates on maize beneficial symbiosis with the mycorrhize (*Glomus intraradices*) in the presence of the Tilemsi Phosphate Rock (TPR).

**Key words:** Greenhouse, Inoculation, Phosphate solubilizing bacteria, Arbuscules and vesicles Mycorrhiza, Maize, *Glomus intraradices*.

## I. Introduction

Les paysans africains, dont ceux du Mali, sont confrontés à différentes contraintes incluant, entre autres, la faible productivité des cultures ainsi que leur faible accessibilité aux nouvelles technologies agricoles et aux marchés (FAO, 2005).

Depuis plusieurs décennies, le Mali connaît une insécurité alimentaire quasi endémique qui hypothèque considérablement ses efforts de développement. Les causes en sont multiples. Elles tiennent essentiellement à la baisse de la fertilité des sols, aux effets récurrents des aléas climatiques, à la dégradation des écosystèmes. Quant aux causes d'ordre socioéconomique, elles tiennent, entre autres, aux difficultés d'approvisionnement en intrants agricoles de qualité, à l'accès difficile aux terres et au sous-équipement lié notamment à l'accès difficile aux crédits. En conséquence, les besoins alimentaires des familles ne sont pas couverts, encore moins ceux d'une population en croissance rapide. Le phosphate naturel de Tilemsi (PNT) du Mali qui est une ressource locale, pourrait être une solution au problème de fertilité des sols. Des investigations ont montré que le PNT est l'un des meilleurs phosphates de l'Afrique de l'Ouest, présentant des caractéristiques chimiques et minéralogiques favorables à une utilisation directe. Le PNT contient entre 23% et 30% de  $P_2O_5$ . Il est soluble dans le citrate à 13,52%, dans l'acide citrique à 38,46%, dans l'acide formique à 61,21% et dans l'eau à 3,87%. Sa teneur en minéraux est la suivante:  $P_2O_5$ , 30%; Ca, 30,8%;  $CO_2$ , 2,3%; K, 0,04%; Na, 0,08%; Mg, 0,21%; Fe, 0,86%; Al, 0,51%; S, 0,24%; Cl, 0,17%; F, 2,6% (Sacko, 2006).

Certains résultats des recherches ont montré l'action dissolvante d'un groupe de microorganismes sur les phosphates naturels grâce à leurs sécrétions d'acides organiques pour mettre le phosphore (P) à la disposition de la plante (Halder *et al.*, 1990; Gaur, 1990; Bojinova *et al.*, 1997; He *et al.*, 2002 et Traoré, 2010). Parmi les microorganismes responsables

de cette dissolution, figurent certaines bactéries comme *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *B. polymyxa*, *Pseudomonas straita* et certains champignons parmi lesquels *Aspergillus awamori*, *Penicillium bilaii*, *P. digitatum* et *Trichoderma sp.*. Pour que le phosphate naturel puisse servir de source de phosphore et optimiser la croissance des plantes, les conditions d'utilisation doivent stimuler l'activité microbienne (Germida et Jansen, 1993). Ainsi, dans un sol sableux suffisamment humide, il y a une propagation rapide de l'activité microbienne, tandis que dans un sol argileux, l'argile forme avec les substances organiques des complexes organo-minéraux dans lesquels ces substances deviennent moins accessibles aux microorganismes, entraînant un ralentissement de l'activité microbienne (Morel, 1996).

Chaque espèce microbienne a des limites propres de pH entre lesquelles elle est active. Un pH 5-6 du sol et principalement de la rhizosphère favorise l'activité des microorganismes en dissolvant les phosphates inorganiques. Des bactéries rhizosphériques efficaces ont été utilisées avec succès sur plusieurs cultures céréalières (Okon *et al.*, 1994; Gerretsen, 1948; Leggett *et al.*, 2001). Chabot *et al.* (1996) et Toro *et al.* (1996) ont étudié les microorganismes symbiotiques pour l'augmentation de la production de plusieurs cultures. De ce point de vue, les champignons mycorhiziens ont constitué une composante importante des microorganismes du sol (Zhu *et al.*, 2001; Schreiner *et al.*, 1997). Ils peuvent infecter les racines de certaines plantes et former des mycorhizes (Mohammad *et al.*, 1998).

Les types de mycorhizes qui améliorent l'absorption de phosphore (P) par les plantes sont les mycorhizes à vésicules et arbuscules (VAM) et ceux habituellement utilisés sont les formes sporulées (*Glomus fasciculatum*, *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. tenue* et *Giaspora margarita*). Les champignons VAM infectent les cellules de la racine et forment des filaments mycéliens (hyphes). Les arbuscules aident dans le transfert des nutriments du champignon aux cellules

racinaires de la plante, tandis que les vésicules ayant une structure semblable à un sac, retiennent le P comme phospholipides (FAO, 2004). Miyasaka et Habte (2001) ont réussi l'intégration d'un champignon VAM dans les systèmes de culture avec une réduction de l'apport d'engrais phosphatés et le maintien du niveau du rendement. D'autres études ont montré que les racines mycorhizées augmentent l'absorption de P comparativement à celles non mycorhizées (Bolan et Robson, 1987; Sylvia, 1992; Frosard *et al.*, 1995; Lange et Vlek, 2000; Brundrett, 2002). Les auteurs comme Bolan et Robson (1987), Manjunath *et al.* (1992) ont conclu que l'efficacité des mycorhizes est plus élevée avec les engrais à faible solubilité comme les phosphates naturels. Cependant, un niveau élevé de P dans la solution du sol peut réduire le niveau d'infection du champignon mycorhizien (Kucey *et al.*, 1989).

Les champignons mycorhiziens peuvent jouer un rôle important dans la nutrition minérale de la plupart des végétaux. Le terme mycorhize fait référence aux différentes formes d'associations symbiotiques entre les plantes et des champignons du sol qui colonisent les tissus du cortex racinaire pendant la période de croissance active de ces plantes. Le champignon bénéficie de l'apport des métabolites dérivés de la photosynthèse par son partenaire végétal et lui apporte en échange, sous forme minérale ou organique, des éléments tirés du sol et nécessaires à sa croissance. Les mycorhizes à arbuscules (AM) formées par les champignons primitifs non-septés sont la forme la plus répandue et concernent 80 à 90% des végétaux phototrophes (Mosse *et al.*, 1981). Par ailleurs les mycorhizes peuvent contribuer à la nutrition azotée des plantes à travers leurs capacités à hydrolyser l'azote organique du sol par leurs activités protéasiques, à assimiler l'azote ammoniacal, et à transférer les formes d'azote aminé à leur plante hôte (Plassard *et al.*, 2011). La capacité de mobilisation des éléments minéraux s'est montrée variable avec les souches fongiques impliquées dans la mycorhization (Courty *et al.*, 2010). Chez les mycorhizes elle est aussi très fortement

dépendante de la microflore bactérienne associée au complexe mycorhizien, les bactéries auxiliaires de la mycorhization (Garbaye, 1994). Ces bactéries peuvent accentuer les capacités d'assimilation des éléments nutritifs en modifiant les propriétés physico-chimiques ambiantes et leurs effets bénéfiques ont pu être observés à de faibles niveaux de populations (Frey-Klett *et al.*, 1999). Cette mobilisation des éléments nutritifs apparaît aussi fortement conditionnée par les caractéristiques du sol dans lequel les mycorhizes se développent (Courty *et al.*, 2010). L'objectif de la présente étude est de déterminer l'effet de l'interaction entre les bactéries solubilisant les phosphates naturels et le champignon mycorhizien (*Glomus intraradices*) sur les paramètres agronomiques du maïs.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Sites d'expérimentation

L'essai a été conduit sous serre dans des pots de végétation au Centre Sève et Centre de Recherche en Horticulture à l'Université Laval de Québec, Canada.

#### 2.1.2. Matériel végétal

L'hybride de maïs sucré Seneca Horizon, de cycle végétatif précoce de 90-95 jours du semis à la récolte a été utilisé.

#### 2.1.3. Phosphate naturel

Le phosphate utilisé dans l'expérimentation a été prélevé au nord du Mali dans la vallée du Tilemsi, d'où son appellation Phosphate Naturel de Tilemsi « PNT ».

#### 2.1.4. Microorganismes

Six (6) souches sélectionnées de bactéries (*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (T); DSM10) dissolvant le phosphate naturel (Traoré *et al.*, 2010) et la Mycorhize (*Glomus intraradices*)

fournie par Premier Tech. (Rivière-du-Loup, Québec, Canada) ont été utilisés dans l'essai.

### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Préparation de l'inoculum et l'inoculation des graines de maïs

En utilisant la méthode de Scher *et al.* (1984), les souches de *Bacillus* ont été cultivées en prélevant une colonie bactérienne dans une boîte de Pétri et ensuite ensemencée dans un tube à essai de 10 ml contenant le milieu de culture TSB 100%. Le tube a été ensuite incubé sur un agitateur pendant 48 heures. Après avoir enregistré la densité optique, celle-ci a été introduite dans la formule de croissance de l'isolat préétablie qui est  $Y = ax + b$  pour chaque bactérie où  $x$  représente la densité optique. Les courbes de croissance déterminées pour les bactéries sélectionnées sont les suivantes :

#### Isolats

$$I_1 : Y = 2,442 x + 4,415 ;$$

$$I_2 : Y = 1,2998 x + 6,3905 ;$$

$$I_3 : Y = 1,8646 x + 3,8624 ;$$

$$I_4 : Y = 0,7481 x + 6,1516 ;$$

$$I_5 : Y = 1,0903 x + 6,2166 ;$$

$$I_6 : Y = 1,3314 x + 6,6191.$$

Avant de semer les graines de maïs dans les pots, elles ont été désinfectées par trempage dans l'alcool à 70° pendant 1 minute. Après un séjour dans l'hypochlorite de Sodium (eau de javel à 6%) pendant 15 minutes, les graines ont été rincées 10 fois avec de l'eau distillée stérile, puis trempées dans la suspension bactérienne contenant une solution de 1% de carboxy méthylcellulose de Sigma pendant 4 heures à la température ambiante et mélangées à de l'argile (bentonite) jusqu'à la formation d'une couche uniforme sur les graines. Les graines ainsi inoculées ont été séchées à l'air sous une hotte à flux laminaire pendant une nuit ou 12 heures (Photo 1).



Photo 1. Semences inoculées enrobées

Les graines destinées aux parcelles témoins n'ont pas été inoculées. Au moment du semis, 0,65 mg de spores (50 spores environ) de mycorhize *Glomus intraradices* fourni par Premier Tech. (Rivière-du-Loup, Québec, Canada) a été mis dans le lit de semence des pots devant recevoir les mycorhizes.

Pour vérifier la qualité de l'inoculation, 5 graines de maïs inoculées par isolat ont été choisies au hasard et lavées dans 10 ml d'eau physiologique (8,5 g NaCl/litre). L'eau de lavage ainsi obtenue constituant la suspension-mère a été diluée de  $10^{-1}$  à  $10^{-4}$ . Cent (100) microlitres de chaque dilution ont été étalés dans 2 boîtes de Pétri contenant du TSA 15%. Après 3 jours d'incubation à la température ambiante, les colonies ont été dénombrées pour déterminer le nombre moyen de bactéries se trouvant à la surface de la graine inoculée.

Au moment de la mise en place de l'essai, la température de la serre a été réglée à 22°C pendant le jour et à 18°C pendant la nuit.

### 2.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher à 4 répétitions et 14 traitements ( $T_0I_0M_0$ ,  $T_0I_1M_0$ ,  $I_1M_0$ ,  $I_2M_0$ ,  $I_3M_0$ ,  $I_4M_0$ ,  $I_5M_0$ ,  $I_6M_0$ ,  $I_1M_0$ ,  $I_2M_0$ ,  $I_3M_0$ ,  $I_4M_0$ ,  $I_5M_0$ ,  $I_6M_0$ ) complètement randomisés par répétition/bloc où I = isolat,  $I_0$  = sans isolat; M = mycorhize,  $M_0$  = sans mycorhize; 1 à 6 = numéro d'isolat;  $T_0$  = Témoin. Chaque traitement était composé de 2 pots ayant chacun un plant de maïs. Les observations agronomiques ont porté sur le plant du 1<sup>er</sup> pot et celle de la mycorhization sur le plant du 2<sup>e</sup> pot pour chaque traitement, soit 28 pots/bloc x 4 blocs = 112 pots au total. Les pots de 20 cm de diamètre contenaient 3,5 dm<sup>3</sup> d'Agromix avec 1/3 de terre noire. La terre contenue dans chaque pot a été au préalable soigneusement mélangée avec 0,688 g de PNT calculé sur la base de 300 kg/ha. Les pots ont été arrosés tous les deux jours. La fertilisation complémentaire a consisté en un apport d'engrais complexe NPK (14, 0, 14) liquide à la dose de 1,43 g/litre d'eau, soit 0,715 g dans 500 ml par pot une fois par semaine et pendant 3 semaines après la levée et 2 fois par semaine pendant la montaison jusqu'à la récolte des plants. Le dispositif est illustré sur la photo 2.



Photo 2. Dispositif expérimental (Blocs de Fisher à 4 répétitions)

### 2.2.3. Évaluation du taux de mycorhization naturelle des racines de maïs (selon la méthode de Philips et Hayman (1970))

La méthode consiste à séparer minutieusement les racines traitées à l'hydroxide de Potassium (KOH 10%), l'eau de Javel (chlore 12%) et l'acide chloridrique (HCl 1%) coupées en petits morceaux et à les répartir dans deux à trois boîtes de Pétri. Chaque boîte de Pétri ainsi obtenue est placée sous microscope au-dessus de traits parallèles horizontalement et divisant la boîte de Pétri en différentes parties égales. Les racines mycorhizées et non mycorhizées traversant chaque ligne sont comptées séparément pour chaque boîte de Pétri et le pourcentage de mycorhization est déterminé en faisant le rapport du nombre total de racines mycorhizées et celui des racines non mycorhizées multiplié par 100.

### 2.2.4. Collecte des données

La collecte des données après 6 semaines de végétation a porté sur : (a) les paramètres de croissance du maïs (le nombre de feuilles, la taille, le poids frais et sec des racines après lavage à l'eau de robinet, le poids frais et sec de la partie aérienne (biomasse) sur le plant du premier pot par traitement; (b) le taux de mycorhization des racines du plant du 2<sup>e</sup> pot par traitement.

## III. Résultats

### 3.1. Taux de germination de la semence utilisée

Le test de germination a révélé un taux de 92% pour la semence traitée et 60% pour celle non traitée portant des moisissures de champignons à la surface. La photo 3 illustre le phénomène observé.

### 3.2. Détermination de la quantité de bactéries à la surface des graines inoculée

La qualité de l'inoculation était satisfaisante avec une moyenne de  $10^5$  bactéries à la surface de chaque graine de maïs (Tableau I).

L'évaluation de la qualité de l'inoculation a été faite dans des boîtes de Pétri illustrées par la photo 4.

### 3.3. L'analyse des paramètres agronomiques et du taux de mycorhization

L'analyse de variance portant sur les paramètres agronomiques a montré des différences hautement significatives entre les traitements pour le nombre de feuilles,



Semences traitées

Semences non traitées

Photo 3. Semences de maïs Seneca Horizon germées dans les boîtes de Pétri

Tableau I. Quantité de bactéries à la surface de la graine de maïs

Isolats	Nombre moyen de colonies à la surface de la graine	Nombre moyen de bactéries à la surface de la graine
I <sub>1</sub>	7	0,7 x 10 <sup>5</sup>
I <sub>2</sub>	17	1,7 x 10 <sup>6</sup>
I <sub>3</sub>	10	0,1 x 10 <sup>5</sup>
I <sub>4</sub>	12	1,2 x 10 <sup>5</sup>
I <sub>5</sub>	14	1,4 x 10 <sup>5</sup>
I <sub>6</sub>	8	0,8 x 10 <sup>6</sup>



Photo 4. Colonies de bactéries dans les boîtes de Pétri

la taille des plants, la biomasse fraîche, les biomasses fraîche et sèche des racines, et des différences significatives pour la biomasse sèche. Un effet bloc hautement significatif a aussi été noté pour la taille, la biomasse sèche de la plante, la biomasse fraîche et sèche des racines et significatif pour le pourcentage de mycorhization (Tableau II).

La mycorhization en présence de la fertilisation phosphatée et l'inoculation avec les isolats de bactéries ont eu un effet significatif sur les paramètres agronomiques ci-dessous mesurés

comparés aux témoins non mycorhizés à  $P < 0,05$ . Les isolats en présence des mycorhizes ne se sont pas distingués statistiquement entre eux (Tableau III).

Pour la production de la matière sèche, les meilleurs isolats en présence des mycorhizes sont I<sub>1</sub> pour le nombre de feuilles et la biomasse sèche de la racine; I<sub>2</sub> pour la biomasse sèche de la partie aérienne de la plante. En absence de mycorhizes, les isolats I<sub>3</sub> et I<sub>2</sub> ont montré les meilleures performances pour les mêmes matières sèches, tandis que l'isolat I<sub>1</sub> a montré

la plus faible performance pour la plupart des paramètres mesurés. La mycorhization sans isolat a montré, cependant, un effet remarquable sur la plupart des paramètres agronomiques mesurés (Vigueur des plants, Photo 5 et Tableau III). Les isolats I<sub>1</sub> et I<sub>6</sub> semblent avoir favorisé la mycorhization en

association avec le champignon mycorhizien *Glomus intraradices* avec 6,97% et 5,22% respectivement. Les plus petites différences significatives (ppds) entre les traitements dues à l'effet de l'inoculation et de la mycorhization en présence de la fertilisation phosphatée y sont également indiquées (Tableau III).

**Tableau II.** Analyse de variance des paramètres agronomiques et la mycorhization mesurés sur l'hybride maïs Seneca Horizon sous serre (2009)

Source de variation	Moyennes des carrés							
	dl	Nombre de feuilles/plante	Taille des plants/plante (cm)	Biomasse fraîche/plante (gramme)	Biomasse sèche/plante (gramme)	Biomasse fraîche/racine (gramme)	Biomasse sèche/racine (gramme)	Mycorhization (%)
Traitements	13	0,74**	1177,42**	5444,49**	119,73*	1500,58**	26,69**	13,94ns
Blocs	3	0,160ns	114,22**	1414,44ns	247,93**	4238,82**	63,63**	24,90*
Erreur	39	0,250	286,22	2493,75	57,19	743,75	7,45	9,24
CV (%)		3,98	12,94	14,71	21,20	38,61	40,25	31,49

\*= significatif à  $P < 0,05$ ; \*\*= hautement significatif à  $P < 0,01$ ; ns – non significatif



Photo 5. Le maïs Seneca Horizon après 1 mois de croissance dans l'essai sous serre

**Tableau III.** Classement des moyennes de l'effet inoculation sur les paramètres agronomiques et la mycorhization mesurés sur l'hybride maïs Seneca Horizon

Traitements	Nombre de feuilles/plante	Taille/ plante (cm)	Biomasse fraîche/plante (gramme)	Biomasse sèche/plante (gramme)	Biomasse fraîche/racine (gramme)	Biomasse sèche/racine (gramme)	Micorhization (%)
I <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	11,5 c	111,5 d	265,98 bc	27,64 dc	74,49 abcd	6,23 abc	1,87 ab
I <sub>0</sub> M	12 bc	182 a	347,13 a	41,18 ab	90,97 abc	9,97 a	6,87 a
I <sub>1</sub> M	13 a	126,75 bcd	352,88 a	38,41 ab	83,48 abcd	9,0 a	4,35 ab
I <sub>2</sub> M	12,5 ab	133,75 bcd	375,73 a	42,43 a	71,24 abcd	7,22 ab	6,97 a
I <sub>3</sub> M	12,75 a	124,75 bcd	331,83 ab	32,11 abcd	50,87 dc	4,39 bcd	4,82 ab
I <sub>4</sub> M	12,75 a	144,5 b	367,18 a	40,79 ab	79,09 abcd	7,84 ab	4,92 ab
I <sub>5</sub> M	12,75 a	142,25 bc	365 a	39,20 ab	67,63 abcde	7,72 ab	3,22 ab
I <sub>6</sub> M	12,75 a	129,38 bcd	337,15 ab	34,53 abcd	64,44 bcde	6,26 abc	5,22 ab
I <sub>1</sub> M <sub>0</sub>	12 bc	122,5 bcd	256,95 c	24,53 d	30,69 e	2,05 d	1,27 b
I <sub>2</sub> M <sub>0</sub>	13 a	121,63 bcd	380,65 a	41,42 ab	94,44 ab	9,90 a	2,10 b
I <sub>3</sub> M <sub>0</sub>	12,75 a	121,75 bcd	363,55 a	37,5 abc	104,72 a	10,02 a	1,97 b
I <sub>4</sub> M <sub>0</sub>	12,75 ab	123 bcd	346,90 a	35,44 abc	52,81 cde	4,75 bcd	3,65 ab
I <sub>5</sub> M <sub>0</sub>	12,5 ab	119,5 cd	341,55 a	33,23 abcd	61,06 bcde	2,73 dc	1,75 b
I <sub>6</sub> M <sub>0</sub>	12,75 a	126,25 bcd	318,55 abc	30,98 bcd	63,14 abcde	6,79 ab	3,20 ab
ppds	0,715	24,197	71,424	10,817	39,00	3,904	4,34

ppds = plus petite différence significative; les moyennes portant les mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes conformément au Test LSD protégé de Fisher ( $P < 0,05$ ). I<sub>0</sub> = sans isolat; M<sub>0</sub> = sans mycorhizes; M = avec mycorhizes.

#### IV. Discussion

Les pots de végétation contenaient de l'Agromix et une terre noire assez meuble favorisant l'activité des microorganismes comme indiqué par Germida et Jansen (1993) et Morel (1996). Les résultats obtenus dans la rhizosphère du maïs sont en accord avec les travaux de Okon *et al.*, (1994); Gerretsen (1948) et Leggett *et al.* (2001). Les résultats obtenus de cette expérimentation ont montré une interaction positive entre les 6 souches de bactéries (*Bacillus subtilis. subsp.*

*Subtilis* (T); DSM10) testées et le champignon mycorhizien, *Glomus intraradices*, sur les paramètres agronomiques du maïs. Cette interaction positive a été observée sur le taux de mycorhization pour les bactéries I<sub>2</sub> et I<sub>6</sub> avec 6,97% et 5,22% respectivement. L'interaction positive des bactéries dissolvant les phosphates et les champignons mycorhiziens a été démontrée par Garbaye (1994); Plassard *et al.* (2011); Courty *et al.*, 2010. Selon eux, la mobilisation des éléments minéraux à la plante hôte est fortement dépendante de la microflore bactérienne associée au complexe

mycorhizien, communément appelée les bactéries auxiliaires de la mycorhization. Ces bactéries peuvent accentuer les capacités d'assimilation des éléments nutritifs en modifiant les propriétés physico-chimiques ambiantes et leurs effets bénéfiques ont pu être observés à de faibles niveaux de populations (Frey-Klett *et al.*, 1999). Plassard *et al.* (2011) ont stipulé que l'inoculation simple avec les bactéries solubilisant le phosphate (PSB) ou avec les champignons à vésicules et arbuscules (VAM), *Glomus intraradices* et *Glomus mosseae* aussi bien que la co-inoculation de ces bactéries et champignons mycorhiziens améliore significativement la productivité des cultures en grains et la teneur en protéines. Ceci est une illustration de l'effet synergique entre les bactéries et les champignons mycorhiziens à vésicules et arbuscules. Ils ont indiqué en plus que l'utilisation des champignons à VAM + PSB + 75% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a eu un effet comparable à celui de 100% de la dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sur le maïs pour la productivité, l'absorption du phosphore et l'état de fertilité du sol, le phosphore en particulier. Il en résulte une économie de l'engrais phosphore de 25% sans compromettre la productivité de la culture et la fertilité des sols acides.

Les résultats de l'étude ont également montré que la mycorhize *Glomus intraradices* seule a donné un effet remarquable sur la plupart des paramètres agronomiques mesurés: 182 cm contre 126,75 cm (avec isolat) pour la taille; 347,13 g contre 352,88 g pour la biomasse aérienne fraîche; 41,18 g contre 38,41 g pour la biomasse aérienne sèche; 90,97 g contre 83,48 g pour la biomasse racinaire fraîche; 9,97 g contre 9 g pour la biomasse racinaire sèche; 6,87% contre 1,27% pour la mycorhization. La capacité des mycorhizes à améliorer la nutrition phosphatée et la croissance des plantes qu'elles colonisent dans la solubilisation des phosphates a été mise en évidence par Plassard *et al.* (2011); Courty *et al.* (2010); Gianinazzi *et al.* (2010). Ils ont indiqué que les mycorhizes possèdent cette capacité par la production d'acides organiques, d'enzymes et de siderophores.

## V. Conclusion

Dans la mesure où le phosphore constitue un des premiers facteurs limitant du développement végétal dans les sols peu ou non fertilisés, les associations mycorhiziennes peuvent contribuer valablement à l'amélioration de la nutrition phosphatée. Les bactéries quant à elles peuvent accentuer les capacités d'assimilation des éléments nutritifs en modifiant les propriétés physico-chimiques ambiantes et leurs effets bénéfiques ont pu être observés à de faibles niveaux de populations. Ces bactéries sélectionnées favorisent non seulement la mycorhization naturelle des racines de maïs mais aussi ont toutes une interaction positive avec le champignon mycorhizien *Glomus intraradices*. Pour une fertilisation durable des cultures, il serait souhaitable d'utiliser le PNT en présence d'inoculum biologique à base de ces bactéries associées au champignon mycorhizien (*Glomus intraradices*).

## VI. Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants aux institutions suivantes qui ont aidé techniquement et financièrement dans ce travail : l'Institut d'Économie Rurale (IER) du Mali et les techniciens du Centre Sève et Centre de Recherche en Horticulture, Université Laval, Québec, Canada qui ont contribué aux travaux de conduite de l'essai sous serre.

## VII. Références

- BOJINOVA D., VELKOVA R., GRANCHAROV I. & ZHELEV S., 1997. The bioconversion of Tunisian phosphate using *Aspergillus Niger*. Nat. Cyc. Agroecosys., 47: 227- 232.
- BOLAN N.S. & ROBSON D., 1987. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the availability of iron phosphate to plants. Plant Soil. 90 : 401 – 410.
- BRUNDRETT M.C., 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. New. Phyt., 154 : 275 – 304.

- CHABOT R., ANTOUN H. & CESCAS M.P., 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. Plant and Soil 184, 311-321.
- COURTY P.E., BUÉE M., DIEDHIU A.G., FREY-KLETT P., LE TACON F., RINEAU F., TURPAULT M.P., UROZ S., GARBAYE J., 2010. The role of ectomycorrhizal communities in forest ecosystem processes: new perspectives and emerging concepts. Soil Biol. Biochem., 42, 679-698. FAO, 2004. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. FAO fertilizer and plant nutrition Bulletin N° 13, 90 p.
- FAO, 2005. Perspectives alimentaires N°4. Système mondial d'information et d'alerte rapide sur l'alimentation et l'agriculture (SMIAR).
- FREY-KLETT P., CHURIN J.L., PIERRAT J.C., GARBAYE J., 1999. Dose effect in the dual inoculation of an ectomycorrhizal fungus and a mycorrhizal helper bacterium in two forest nurseries. Soil Biol. Biochem., 31, 1555-1562.
- FROSSARD E., BROSARD M., HEDLEY M.J. & METHERELLA., 1995. Reactions controlling the cycling of P in soils. In H. Tiessen, ed. Phosphorus in the Global Environment, pp. 104 - 141. New York, USA, John Wiley & Sons.
- Gianinazzi D., Gollotte A., Binet M.N., Van Tuinen D., Redecker D. & Wipf D., 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. Mycorrhiza 20: 519-530.
- GAUR A.C., 1990. Phosphorus solubilizing micro-organisms as biofertilizer. New Delhi, Omega Scientific Publ. pp. 176.
- GARBAYE J., 1994. Helper bacteria: a new dimension of the mycorrhizal symbiosis. New Phytol. 128, 197-210.
- GERMIDA J.J., JANSEN H.H., 1993. Factors affecting the oxidation of elemental sulfur in soils. Fer. Res. 35: 101-114.
- GERRETSEN F.C., 1948. The influence of micro-organisms on the phosphate intake by the plant. Plant and Soil. 1: 51-81.
- HALDERA.K., MISHRAA.K., BHATTACHARYYA P., CHAKRABARTTY P.K., 1990a. Solubilization of rock phosphate by Rhizobium. Indian J. Microbiol. Meth. 8. 30. 311-314.
- HE Z.L., BIAN W. & ZHU J., 2002. Screening and identification of microorganisms capable of utilizing phosphate adsorbed by goethite. Com. Soil Sci. Plant Anal., 33: 647 - 663.
- KUCEY R.M.N., JANZEN H.H. & LEGGETT M.E., 1989. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. Adv. Agron., 42: 199 - 228.
- LANGE NESS R. & VLEK P.L.G., 2000. Mechanism of calcium and phosphate release from hydroxy-apatite by mycorrhizal hyphae. Soil Sci. Soc. Am. J., 64: 949 - 955.
- LEGGETT M.E., GLEDDIE S.C., HOLLOWAY G., 2001. Phosphate solubilizing micro-organisms and their use. In: Plant nutrition Acquisition: New perspectives (Eds N. Ae, J. Arihara, K. Okada, and A. Srinivasan), pp. 299-318, Springer-Verlag, Tokyo.
- MANJUNATH A. & HABTE M., 1992. External and internal P requirement of plant species differing in their mycorrhizal dependency. A. Soil Res. Rehab. 6: 271 - 284.
- MIYASAKA C. & HABTE M., 2001. Plant mechanisms and mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency. Com. Soil Sci. Plant Anal., 32:1101 - 1147.
- MOHAMMAD M.J., PAN W.L., KENNEDY A.C., 1998. Seasonal mycorrhizal colonization of winter wheat and its effect on wheat growth under dryland field conditions. Mycorrhiza. 8: 139-144.
- MOREL R., 1996. Les sols cultivés. 2° édition Lavoisier, Paris.
- MOSSE B., STRIBLEY D.P. & LE TACON F., 1981. Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi. Adv. Micro. Ecol., 5: 137: 210.
- OKON Y. AND LABANDERA-GONZALEZ C.A., 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*, in improving plant productivity with rhizosphere bacteria. In: Ryder M.H., Stephens P.M. and Bowen G.D., eds. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Adelaide, Australia. pp. 274 - 278.
- PLASSARD C., LOUCHE J., ALI M.A., DUCHEMIN M., LEGNAMEE., CLOUTIER-HURTEAU B., 2011. Diversity in phosphorus mobilisation and uptake in ectomycorrhizal fungi. Ann. Forêt Sci., 68, 33-43.

SACKO O., 2006. (Thèse de Doctorat) : Utilisation d'arbres à usage multiple pour la valorisation des phosphates naturels africains par les champignons endomycorhiziens.

SCHREINER R.P., MIHARA K.L., MCDANIEL H., BETHLENFALVAY G.J., 1997. Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. *Plant Soil*. 188 : 199 - 209.

SYLVIA D.M., 1992. Demonstration and mechanism of improved phosphorus uptake by vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi. In F.J. Sikora, ed. Future directions for agricultural phosphorus research, pp. 31 - 34. Muscle Shoals, USA. National Fertilizer and Environmental Research Centre, TVA.

TRAORÉ L., 2010. Effet de l'utilisation de microorganismes dissolvant le phosphate naturel de Tilemsi sur la croissance et la production du maïs (thèse de Doctorat, Université de Bamako, 148 pages).

TORO M., AZCON R., HERRERA R., 1996. Effects on yield and nutrition of mycorrhizal and nodulated *Pueraria phaseoloides* exerted by P-solubilizing rhizobacteria. *Biology and Fertility of Soils*. 21(1-2): 23 - 29.

ZHU Y.G., SMITH S.E., 2001. Seed phosphorus (P) content affects growth, and P uptake of wheat plants and their association with arbuscular mycorrhizal (AM) fungi. *Plant and Soil*. 231: 105-112.

# Utilisation des gousses et des feuilles de *Piliostigma reticulatum* (L.) : cas du village de Dimakuy-Siracoro (Timissa), cercle de Tominian en zone sahélienne au Mali

## Use of pods and leaves of *Piliostigma reticulatum* (L.): Case of the village of Dimakuy-Siracoro (Timissa), Cercle of Tominian in the Sahelian zone of Mali

Timbély D.<sup>1\*</sup>, Traoré D.<sup>2</sup>, Sénou O.<sup>1</sup>, Maïga A. Y.<sup>1</sup>, Kanouté A.<sup>2.</sup>, Sacko L.<sup>1</sup>, Bengaly M.P.<sup>1</sup>, Nialibouly O.<sup>1</sup>, Keïta M.<sup>1</sup>, Maïga A.S.<sup>1</sup>, Diarra D.<sup>3</sup>, Sako D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IER : Institut d'Economie Rurale

<sup>2</sup>IPR/IFRA : Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou

<sup>3</sup>DRA : Direction Régionale de l'Agriculture du District de Bamako

\*Tél. : +223 76 61 52 93 - Courriel : dommotimbely@hotmail.com

### Résumé

Dans le village de Dimakuy-Siracoro (commune rurale de Timissa), *Piliostigma reticulatum*, une espèce arborée, tend à occuper une place importante dans le système agraire et dans la vie socio-économique des populations, mais, n'a jamais fait l'objet d'une documentation dans la zone. La présente étude menée dans ce village vise à faire l'état des multiples usages de *Piliostigma reticulatum* (arbre, feuilles et gousses). Un questionnaire a été élaboré dans ce sens et administré à trois (3) couches socio-économiques du village à savoir les agriculteurs, les éleveurs, et les tradi-thérapeutes.

Les résultats ont montré que les populations ont une bonne connaissance de l'utilisation de l'espèce. En effet, la présence de l'espèce dans les champs présente beaucoup d'avantages dont la fertilité du sol, la conservation de l'humidité et la lutte contre l'érosion entre autres. Les gousses et les feuilles jouent également un rôle social important. En effet, elles sont utilisées en médecine traditionnelle, en alimentations humaine et animale et constituent une importante source de revenu pour les femmes et les enfants du village.

Cette étude a montré que l'espèce est à usages multiples et joue un rôle très important dans la vie sociale et économique de l'homme et qu'elle mérite une attention particulière.

**Mot clés :** *Piliostigma reticulatum*, Dimakuy-Siracoro, utilisation, gousses et feuilles, revenu.

### Abstract

In the village of Dimakuy-Siracoro (rural circumscription of Timissa), *Piliostigma reticulatum* is a woody species which tends to play an important role in land use system and in socio-economics life of the populations. The current study held in the village of Dimakuy-Siracoro aimed to show the multiple attributes of *Piliostigma reticulatum* (wood, leaves and fruits). In order to identify the farmers' knowledge of the use of the species, a survey sheet was established and administrated to three socio-economics groups which were: farmers, pastoralists and traditherapists.

The results of the study showed that the populations have a good understanding of the use of the species. In fact, there are many advantages of having *Piliostigma reticulatum* in the fields mainly related to soil fertility, water conservation and soil run off. The fruits and leaves play an important social role. They are used in traditional medicine, in human and animal nutrition and also are an important means of generating revenues for women and youngsters of the village. Finally, the study showed that *Piliostigma reticulatum* is a multi-purpose tree and therefore plays an important socio-economic role and needs a particular attention.

**Keys words:** *Piliostigma reticulatum*, Dimakuy-Siracoro, utilization, fruits and leaves, income.

## I. Introduction

*Piliostigma reticulatum* (L.), *Niama* (en bambara) est un arbre spontané à usages multiples. Cet arbre joue un rôle important dans l'équilibre socio-économique des populations rurales.

Il intervient dans l'alimentation (humaine et animale), la médecine traditionnelle, l'amélioration de la fertilité du sol, l'artisanat et dans l'industrie, comme bois de construction et d'énergie.

Des études sur l'utilisation de *P. reticulatum* ont été réalisées dans beaucoup de zones agro-écologiques et par plusieurs auteurs (Dayamba *et al.*, 2014; Traoré, 2014; Yossi, 2009; Yélémo, 2008; Sawadogo, 2000; Traoré, 2000; Skerman, 1982; Yaméogo, 1997; Sidibé, 1996; Prins, 1994; Toutain, 1980; Weigel, 1994).

En ce qui concerne le village de Dimakuy-Siracoro, cette espèce est utilisée par la communauté autochtone depuis les temps immémoriaux, mais, elle n'a jamais fait l'objet d'une documentation. Ainsi, pour capitaliser les savoirs locaux de l'utilisation de *P. reticulatum*, une enquête semi-structurée a été conduite dans ce village. Cette enquête a été faite au niveau des agriculteurs, éleveurs, et tradi-thérapeutes.

Cette recherche a pour objectif principal de contribuer à une meilleure connaissance des savoirs locaux de l'utilisation de l'espèce *P. reticulatum*. Elle a deux (2) spécificités qui sont de déterminer les raisons du maintien du *P. reticulatum* dans les champs et de déterminer les connaissances locales sur l'utilisation des gousses et des feuilles de *P. reticulatum*.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.2.1. Description de la zone d'étude

##### ✓ *Choix du village*

Lors d'une enquête du Programme Promouvoir l'Expérimentation et l'Innovation Paysannes au Sahel (PROFEIS) dans la commune rurale de Timissa, il a été constaté une forte présence de l'espèce *P. reticulatum* dans les champs de culture. Le choix du village de Dimakuy-Siracoro (Commune rurale de Timissa) s'explique aussi par son accessibilité et l'ouverture des populations aux enquêtes.

##### ✓ *Caractéristique*

Le village de Dimakuy-Siracoro dont les premiers habitants sont venus du village de Dimakuy est situé à environ 7 km de Timissa (cercle de Tominian). Il est limité :

- au Nord par les villages de Térédougou et de Gnidori;
- au Sud par le village Kérééré-coura;
- à l'Est par les villages de Farako-Lagaledaga et de Diamana;
- à l'Ouest par les villages de Soye, Fatoumadaga et Irogaga.

La température moyenne annuelle oscille entre 26 à 35°C.

Le climat est du type sahélien avec des variations pluviométriques oscillant entre 500 et 600 mm de pluie par an. Il est caractérisé par :

- une saison sèche qui se divise en saison froide (de novembre à février) et une saison sèche chaude (de mars à mai). Pendant cette saison, le vent dominant est l'harmattan, soufflant du nord vers le sud-ouest;
- une saison des pluies de juin à octobre. Pendant cette saison, le vent dominant est la mousson.

L'environnement climatique est favorable aux activités agricoles. Cependant, l'irrégularité des pluies, leur insuffisance interannuelle, sont les contraintes majeures.

Le sol est de type argilo-sableux.

La végétation est caractérisée par une savane arbustive et arborée. Ces formations sont caractérisées par un mélange de graminées annuelles et d'espèces ligneuses appartenant à diverses familles dont les principales sont : les Combrétacées (*Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*), les Cesalpiniacées (*P. reticulatum*, *Cassia sieberiana*), les Anacardiées (*Lannea microcarpa*, *Sclerocarya birrea*), les Sapotacées (*Vitellaria paradoxa*) et les Mimosacées (*Acacia albida*, *A. nilotica*, *Prosopis africana*, etc.).

La population de la zone d'étude (Dimakuy-Siracoro) compte 1 235 habitants dont 594 hommes et 641 femmes. La population totale de la commune de Timissa était estimée en 2012 à 30 049 habitants dont 14 727 hommes et 15 322 femmes (50,99%) (RGPH-Estimation 2012).

La commune a une économie basée sur l'agriculture, l'élevage, la cueillette, l'artisanat, le transport et le commerce.

## 2.2. Méthodes

### ✓ Échantillons d'enquête

Au total, 60 personnes volontaires (52 hommes et 8 femmes) pour l'utilisation des feuilles et des gousses de l'espèce de *P. reticulatum* ont été enquêtées. Les grands axes ont porté sur :

- les espèces présentes dans les champs ;
- la raison du maintien du *P. reticulatum* dans les champs ;
- l'utilisation traditionnelle des feuilles et des gousses de *P. reticulatum*.

### ✓ Conduite des enquêtes

Des fiches d'enquêtes ont été utilisées pour s'enquérir des connaissances paysannes sur leur savoir faire par rapport à l'utilisation des gousses et des feuilles de *P. reticulatum*. À partir de l'interview semi-structurée, les questionnaires ont été administrés auprès des populations de 4 hameaux de Dimakuy-Siracoro (Dimakuy, Batombo, Biridaga et Djankoin).

L'enquête a commencé en juillet 2014 et pour une durée de 15 jours.

### ✓ Traitement des données

L'administration des outils d'enquête a permis la collecte de données. Ces données ont d'abord été codifiées, saisies et analysées respectivement avec le tableur Excel et le logiciel SPSS.

## III. Résultats

### 3.1. Connaissances paysannes

#### 3.1.1. Caractéristique de la population enquêtée

L'observation du tableau I a montré que 87% des personnes enquêtées sont des hommes et 27% des femmes. Parmi les enquêtés, 60% sont âgés de 26-45 ans et le reste, 40%, ont un âge supérieur à 45 ans. Les 87% des personnes enquêtées sont des paysans et 13% sont éleveurs, tradithérapeutes ou autres. Les 90% des personnes enquêtées sont analphabètes.

### ✓ Recensement des espèces

Le tableau II donne le nom des espèces rencontrées dans les champs dans le village et les hameaux de Dimakuy-Siracoro.

Un total de 21 espèces a été cité, dont 21 à Dimakuy, 10 à Batombo et 7 à Biridaga et à Djankoin. Parmi ces espèces, 6 (*Combretum glutinosum*, *C. micranthum*, *G. senegalensis*, *P. reticulatum*, *S. birrea* et *V. paradoxa*) sont communes aux quatre (4) localités (Tableau II). Une seule (1) espèce (*A. nilotica*) est commune aux trois localités (Dimakuy, Batombo et Biridaga), deux (2) espèces (*A. albida* et *Balanites aegyptiaca*) dans deux (Dimakuy, Batombo). Dimakuy se distingue des autres hameaux (Batombo, Biridaga et Djankoin) par la citation de dix (10) espèces (*Bombax costatum*, *Cassia sieberiana*, *Detarium microcarpa*, *Fucus platifila*, *Ziziphus mauritiana*, *Kaya senegalensis*, *Landolphia senegalensis*, *Lanea microcarpa*, *Mitragena inermis*, *Sterculia setigera*) de plus.

Tableau I. Caractéristiques des personnes enquêtées par sexe, âge, profession et niveau d'alphabétisation.

Paramètres	Caractéristiques	Dikuy	Babo	Birida	Djan	Total	%
Sexe	Hommes	42	2	4	4	52	87
	Femmes	4	4	0	0	8	27
Âge	Moins de 25	4	0	0	0	2	06
	26 – 45	26	4	4	2	36	60
	46 – 55	12	2	0	0	14	23
	55 et plus	4	0	0	2	6	11
Profession	Éleveurs	4	0	2	0	6	10
	Paysans	42	6	2	2	52	90
	Tradi-thérapeutes	0	0	0	2	2	03
Niveau d'alphabétisation	Alphabètes	6	0	0	0	6	10
	Analphabètes	40	6	4	4	54	90

NB : il est à noter que ceux qui se réclament de la profession comme éleveurs ou guérisseurs pratiquent l'agriculture. L'élevage et la tradithérapie sont des activités secondes sans être secondaires.

Dikuy = Dimakuy ; Babo = Batombo ; Birida = Biridaga ; Djan = Djankoin

Tableau II. Espèces végétales présentes dans les champs.

Espèces	Dimakuy	Batombo	Biridaga	Djankoin
<i>Acacia albida</i>	x	x		
<i>Acacia nilotica</i>	x	x	x	
<i>Balanites aegyptiaca</i>	x	x		
<i>Bombax costatum</i>	x			
<i>Cassia sieberiana</i>	x			
<i>Combretum glutinosum</i>	x	x	x	x
<i>Combretum micranthum</i>	x	x	x	x
<i>Detarium microcarpa</i>	x			
<i>Fucus platifila</i>	x			
<i>Guiera senegalensis</i>	x	x	x	x
<i>Ziziphus mauritiana</i>	x			
<i>Kaya senegalensis</i>	x			
<i>Lannea microcarpa</i>	x			
<i>Landolphia senegalensis</i>	x			
<i>Mitragena inermis</i>	x			
<i>Piliostigma reticulatum</i>	x	x	x	x
<i>Prosopis Africana</i>	x	x		
<i>Sclerocarya birrea</i>	x	x	x	x
<i>Sterculia setigera</i>	x			
<i>Tamarindis indica</i>	x			x
<i>Vitelaria paradoxa</i>	x	x	x	x
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

### 3.1.2. Maintien de *P. reticulatum* dans les champs

En ce qui concerne le maintien de *P. reticulatum* dans les champs (Photos 1 et 2), trois (3) raisons ont été mentionnées par les enquêtés qui sont la fertilisation, la lutte contre l'érosion éolienne et la conservation de l'humidité dans le sol.

Ainsi, il ressort du tableau II, que 53% des personnes enquêtées ont signalé que la présence de *P. reticulatum* dans les champs améliore la fertilité du sol. Pour 36%, l'espèce lutte contre l'érosion éolienne et hydrique, et enfin 26% signalent que sa présence permet au sol de conserver l'humidité.

### 3.1.3. Utilisation des gousses et feuilles de *P. reticulatum*

L'usage de l'espèce est signalé par les enquêtés en médecine traditionnelle, alimentations humaine et animale, dans la vie sociale et économique.

#### ✓ En médecine traditionnelle

De nombreuses utilisations des gousses et des feuilles existent dans la médecine traditionnelle (Tableau IV). Ainsi, les gousses et les feuilles de *P. reticulatum* sont utilisées dans le traitement de dix (10) maladies. Le tableau IV donne un aperçu des traitements effectués avec les différents organes de la plante dans les différentes localités.



Photo 1. *P. reticulatum* en pleine fructification



Photo 2. Rejets de *P. reticulatum* après la récolte et bouses de vaches

Tableau III. Raisons du maintien de *P. reticulatum* dans les champs (% des répondants)

Village et hameaux	Dimakuy	Batombo	Biridaga	Djankoin	Total
<b>Paramètres</b>					
Fertilisation du sol	43	07	03	0	53
Lutte contre l'érosion éolienne	30	0	0	07	36
Conservation de l'humidité dans le sol	17	03	03	03	26

Tableau IV. Utilisation des feuilles et des gousses de *P. reticulatum* dans la médecine traditionnelle

Hameaux	Maladies	Parties de la plante	Mode opératoire
Dimakuy	Fatigue générale	Feuilles, gui	Bouillir la feuille et le gui, bain et voie orale
	Diarrhée	Gousses	Bouillir les fruits secs et boire
	Constipation	Feuilles	Bouillir les feuilles et boire
	Maux de ventre	Gousses	Poudre des gousses mélangée avec de la soupe ou de la bouillie et boire
	Toux	Feuilles	Bouillir les fruits secs et boire
	Morsure de serpent	Feuilles non épanouies	Broyer les feuilles et mettre sur la partie mordue
	Paludisme	Feuilles, gousses	Bouillir les feuilles, se laver avec et boire
	Galle	Feuilles non épanouies ou les racines	Bouillir les feuilles non ouvertes, se laver avec et boire
Batombo	Toux, diarrhée	Gousses	Bouillir les fruits secs et boire
	Paludisme	Feuilles ou les fleurs ou le gui	Bouillir les feuilles, les fleurs et le gui, se laver avec la solution et boire
	Maux de ventre, ulcère d'estomac	Gousses	Poudre des gousses mélangée avec de la soupe ou de la bouillie et boire
Djankoin	Toux, diarrhée	Gousses	Poudre des gousses, par voie orale
	Traitement de la plaie		Nettoyer la plaie et appliquer la poudre des gousses
Biridaga	Morsure de serpent	Feuilles non épanouies	Avaler les feuilles non ouvertes
	Toux, hémorroïde, hypertension	Gousses	Poudre des gousses mélangée avec de la soupe et boire

La figure 1 montre la fréquence d'utilisation des organes dans le traitement des maladies. Ainsi, 56% des enquêtées utilisent uniquement les feuilles, 20% uniquement les gousses et 24% font le mélange de gousse, de feuilles, de fleurs ou de gui.

On constate aussi que les feuilles et gousses sont soit utilisées sous forme de bouillies, soient moulues. La solution de feuilles bouillies et la poudre sont également utilisées dans le traitement des plaies.

#### ✓ Dans l'alimentation humaine

À Dimakuy et ses hameaux, les entretiens individuels révèlent que 20% des personnes enquêtées ont mentionné que *P. reticulatum* intervient dans l'alimentation humaine en l'absence des fruits et des jeunes feuilles de *Tamarindus indica* (tamarinier). Selon ces personnes, en majorité des femmes, les jeunes feuilles non épanouies entre dans

la préparation de la bouillie (pour aciduler la farine de mil-sorgho ou de maïs). Cette proportion des enquêtés est constituée en majorité de femmes. Pour 10% des femmes enquêtées, les feuilles fraîches épanouies peuvent servir aussi à envelopper certains aliments (galette de niébé « *Fari* ») au cours de leur préparation.

#### ✓ Dans l'alimentation animale

À Dimakuy-Siracoro ainsi que dans ses hameaux, toutes les personnes enquêtées indiquent l'utilisation, pendant la saison sèche, des gousses de *P. reticulatum* dans l'alimentation animale (Photos 3 et 4). Selon elles, l'utilisation des gousses diffère selon les personnes. Pour l'embouche du bétail, certaines utilisent uniquement les gousses, par contre d'autres préfèrent les mélanger avec d'autres produits comme le son de sorgho et du sel.

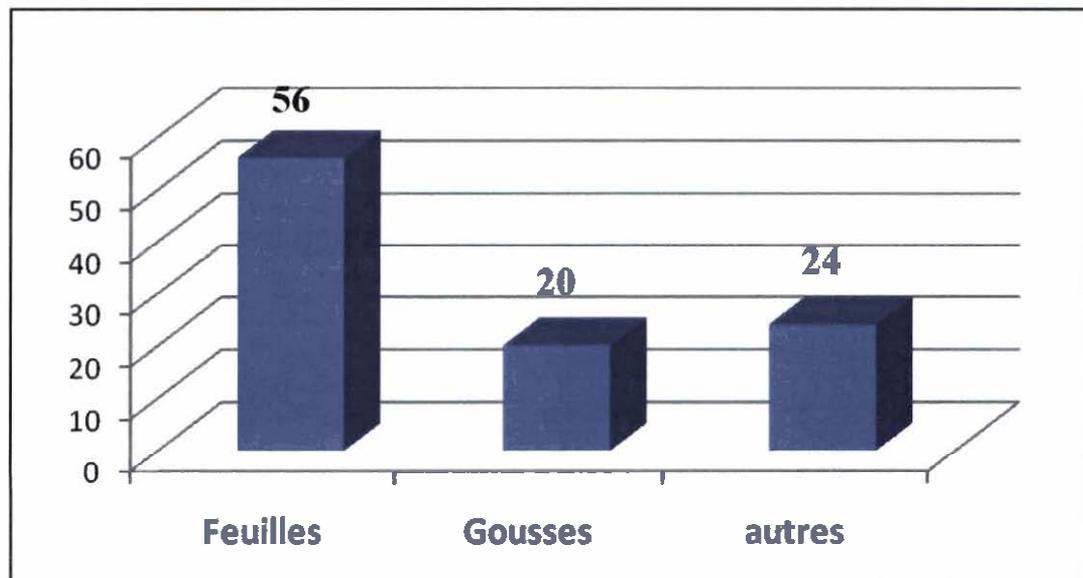


Figure 1. Pourcentage de personnes qui utilisent les feuilles et les gousses



Photo 3. Les fruits frais de *P. reticulatum*

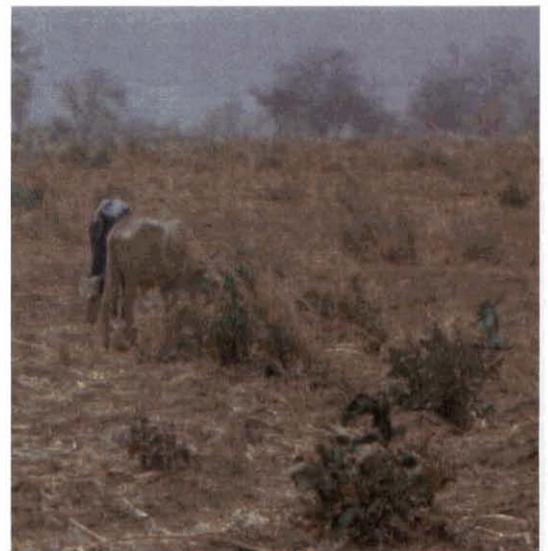


Photo 4. Bœufs broutant les rejets de souches de *P. reticulatum*

✓ *Utilisation en apiculture et pêche des gousses et des feuilles*

Les entretiens individuels révèlent que toutes les personnes enquêtées (100%) mentionnent que les gousses sèches de *P. reticulatum* sont utilisées pour enfumer les ruches avant l'installation. D'après eux, les gousses brûlées attirent beaucoup les abeilles. Une particularité s'observe à Dimakuy où 3% des enquêtés mentionnent l'utilisation des feuilles non épanouies sur les harpons pour la pêche.

✓ *Intérêt économique des gousses*

Les gousses de *P. reticulatum* constituent aujourd'hui une source de revenus pour la population de la commune rurale de Timissa. À Dimakuy-Siracoro, pendant la saison sèche, les femmes et les enfants s'adonnent à la cueillette des gousses de l'espèce. Les gousses sont concassées, puis vendues aux acheteurs de bétails (peulhs) venus des zones urbaines comme Bamako. Le prix d'un sac de 50 kg rempli est vendu à 1 000 F CFA. Ce prix est uniforme dans tout le village.

## IV. Discussion

Les intérêts ethnobotaniques de l'espèce sont nombreux. Ce sont toutes les parties de la plante qui sont utilisées.

### *Les raisons du maintien de P. reticulatum dans les champs*

Les espèces identifiées dans les quatre (4) localités (village et hameaux), à part *V. paradoxa*, appartiennent au rang des espèces qui étaient autrefois détruites lors de l'installation des champs. Elles dessinent le paysage agraire. Le maintien de ces espèces plus (+) jouent des rôles très importants (fertilité du sol, humidité, fruit, lutte contre l'érosion...). La présence de *P. reticulatum* dans les champs, en tant qu'élément du parc arboré est favorablement admise par les paysans et les chercheurs. En effet, à Dimakuy-Siracoro, la présence de cette espèce permet au sol la remonté de la fertilité du sol, de garder l'humidité et de lutter contre l'érosion éolienne. Nos résultats sont conformes avec ceux obtenus par Abasse *et al.*, 2013 ; Douanio, 1999 ; Sawadogo, 2000 ; Karembé *et al.*, 1999 ; Ouédraogo, 1999 ; Yossi *et al.*, 1996 ; Yossi *et al.*, 2008 ; Sidibé *et al.*, 1996 ; Soumana, 1999. Cette espèce, coupée en début de la saison des pluies lors la préparation des terres au profit des cultures, rejette vigoureusement en saison sèche, accroît sa capacité de lutte contre l'érosion éolienne. Les animaux qui broutent les feuilles en saison sèche aussi fertilisent le sol avec leurs excréments.

### ✓ *Utilisation des gousses et feuilles de P. reticulatum en médecine traditionnelle*

La contribution de *P. reticulatum* aux produits de la pharmacopée, surtout humaine, est notable dans la commune rurale de Timissa et particulièrement dans le village de Dimakuy-Siracoro. De nombreuses maladies sont soignées à partir des feuilles et des gousses de cette espèce.

Dans le village et les hameaux (Dimakuy, Batombo, Djankoin et Biridaga) enquêtés, les feuilles de *P. reticulatum* sont utilisées pour soigner les maladies tels que : la diarrhée, la constipation, le paludisme, l'hypertension, la plaie, l'ulcère d'estomac, les maux de ventre, la toux, la galle (Tableau IV). Les traitements de ses maladies ont été signalés par plusieurs auteurs (Yélémo *et al.*, 2007 ; Nignan, 2001 ; Cissé, 1995 ; Web2). Cependant, les documents consultés ne parlent pas du traitement de la morsure causée par les serpents. *P. reticulatum*, dans la zone étudiée, présente donc, en pharmacopée, de nombreux usages que l'on retrouve également dans d'autres pays et surtout en Afrique de l'Ouest (Ouédraogo, 1999 ; Arbonnier, 2002). Selon Ouédraogo (1999), les nombreux usages de cette plante sont dus à la composition biochimique de ces différents organes. En effet, les feuilles contiennent des protéines, des lipides, des glucides, du calcium et du phosphore et les fruits de l'acide tartrique en grande quantité.

Cette espèce, en plus de son importance médicinale, agronomique et sociale, constitue une source de revenu pour les populations de ce village et de ses hameaux. Ce résultat est conforme à ceux obtenus par Garrouste, 2007 ; Yélémo *et al.*, 2007 ; Yossi *et al.*, 2005 ; Olivier, 1998 ; Belem *et al.*, 1997 ; Cissé, 1995.

Dans l'alimentation du bétail, les gousses et les feuilles de *P. reticulatum* constituent une importante source de fourrage (Dayamba *et al.*, 2014 ; Garrouste, 2007 ; Prins et Maghembe, 1994 ; Yélémo *et al.*, 2007 ; Zombrée *et al.*, 1998 ; Dia *et al.*, 1999 ; Web1 ; Web2). Cela a été signalé aussi bien à Dimakuy que dans ses hameaux. Nos résultats corroborent avec ceux de Yélémo *et al.*, 2007 ; Sidibé *et al.*, 1996 ; Cissé, 1995 ; Skerman, 1982 ; sur *P. reticulatum*.

## V. Conclusion

La présente étude sur *P. reticulatum* dans le village de Dimakuy-Siracoro (commune rurale de Timissa) est une contribution aux nombreuses études déjà faites dans d'autres zones. Elle sert de documentation sur l'importance de l'espèce au Mali et dans les zones qui ne connaissent pas certaines de ses vertus.

En plus de l'espèce (*Niama*), plusieurs autres sont maintenues dans les champs. *Niama* joue un rôle important dans le maintien de la fertilité du sol et de son équilibre écologique.

À l'issue de cette activité, nous avons appris que les villageois de Dimakuy-Siracoro ont des connaissances sur l'utilisation de *P. reticulatum*. Il faut retenir que les gousses et les feuilles constituent une potentialité énorme pour les populations de la commune de Timissa. Pour cela il est donc nécessaire d'étendre les études sur les autres organes de l'espèce.

## VI. Remerciement

Les auteurs tiennent à remercier MISEREOR pour avoir entièrement financé cette étude, le Maire de la commune rurale et l'ensemble des habitants de Dimakuy-Siracoro.

## VI. Références

- ABASSE T., AISSATOU Y., ZAKARI A.H., ASSOUMANE I.A., ADAM T., 2013. *Effet de Piliostigma reticulatum sur l'infestation des parcelles de mil par les insectes floricoles et Coniesta ignefusalis (Hmps) (Lépidoptère: Pyralidae) dans la zone d'Aguié au Niger*. Journal of Applied Biosciences 66: 5140-5146 pages.
- ARBONNIER M., 2000. *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD, IMNHN, IUCN. 541 pages.
- BELEM M., SORGHO M.C., GUIRE D., ZARE A. et ILOUDO M., 1997. *Les jachères et leur utilité dans la province du Bazèga : Cas des villages de Tanghin et de Bazoulé (Burkina Faso)*. In FLORET C. Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest. Actes de l'atelier, La jachère, lieu de production. Bobo-Dioulasso 2-4 octobre 1996. 89-97 pages.
- CISSÉ M.I., 1995. *Les parcs agroforestiers du Mali. Études des connaissances et perspectives pour leur amélioration*. Rapport AFRENA n°93. Bamako : ICRAF.
- Dayamba S. D., Santi S. et Sawadogo P., 2014. *Improving seed germination of four savanna-woodland species: effects of fire-related cues and prolonged soaking in sulphuric acid*. Journal of Tropical Forest Science. Vol. 26, No. 1 (January 2014), pp. 16-21
- DIA F. et FAYE A., 1999. *Jachères et alimentation du bétail dans le bassin arachidier du Sénégal*. ISRA, L.N.E.R.V. In : FLORET C. et PONTANIER R. La jachère en Afrique tropicale : Rôles, Aménagements, Alternatives. Dakar, 13-16 avril 1999. Document de Stratégie de Développement Rural à l'Horizon 2015, Version Déf. 2004. 133-139 pages.
- DOUANIO M., 1999. *La jachère en Afrique tropicale : Rôles, Aménagements, Alternatives*. Vol. 1 Actes de Séminaire International, Dakar, 13-16 avril 1999. John Libbey Eurotext, CORAF-IRD. Paris 2000. pp. 369-377. In FLORET C. et PONTANIER R. : Rôles, Aménagements, Alternatives. Vol. 1 Actes de Séminaire International, Dakar, 13-16 avril 1999. John Libbey Eurotext, CORAF-IRD, Paris 2000. 17-23 pages.
- GARROUSTE Ph., 2007. *Vertus et valorisation des arbres et arbustes de la Région de Kayes - MALI. Arbres et arbustes de la Commune de Tomora - Bafoulabe - MALI - AARAO 1006378668*. pdf., 12 pages.
- KAREMBÉ M., YOSSE H. et DIAKITÉ C.H., 1999. *Evolution de l'occupation d'un terroir villageois (zone soudanienne septentrionale, Lagassagou, Mali)*. Programme ressources forestières (PRF)/(I.E.R.) Bamako (Mali). In FLORET C. et PONTANIER R. La jachère en Afrique tropicale : Rôles, Aménagements, Alternatives. Vol. 1 Actes de Séminaire International, Dakar, 13-16 avril 1999. John Libbey Eurotext, CORAF-IRD. Paris 2000. 57-65 pages.
- NIGNAN S., 2001. *Usages des ressources floristiques des forêts et des jachères dans deux provinces du Burkina Faso : Ziro et Mouhoun*. IRD Bobo-Dioulasso 31 pages
- OLIVIER M., 1998. *Valorisation des plantes médicinales des jachères au Burkina Faso*. Programme «Jachères» (Coopération C.E.E. Afrique) 96 pages.

- OUÉDRAOGO D., 1999. *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. : *Le petit arbre qui guérit plaies et ulcères*. Arbre et Développement, Bulletin de liaison du Ministère du Tourisme et de l'Environnement, 24 (1<sup>er</sup> trimestre), 31 pages.
- PRINS H., MAGHEMBE J.A., 1994. *Germination studies on seed of fruit trees indigenous to Malawi*, Volume 64, Forest Ecology and Management. Agroforestry Research in the African Miombo Ecozone. Issues 2-3, 111-125 pages.
- SAWADOGO L., 2000. *Phénologie, composition chimique et digestibilité de quatre ligneux fourragers. Acacia raddiana Savi. Acacia seyal Del. Bauhinia rufescens Lam. Piliostigma reticulatum (DC.) Hochst.* Mémoire de fin d'étude. UPB-IDR. 70 pages.
- SANOU S., SAWADOGO L., KABORE-ZOUNGRANA C.-Y., 2010. *Amélioration de la valeur nutritionnelle des gousses de Piliostigma reticulatum (DC.) Hochst dans l'alimentation du bétail en période de soudure*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(5), Octobre 2010. 1519-1528 pages.
- SIDIBÉ M., TIMBÉLY D., 1996. *Priorisation des ligneux à usages multiples dans les savanes parcs de la zone semi-aride du Mali*. IER/CRRA/Programme Ressources Forestières, Sotuba Mali, 31 pages.
- SKERMAN P.J., 1982. *Les légumineuses fourragères tropicales*. Rome, F.A.O. 666 pages.
- SOUMANA I., 1999. *Indicateurs biologiques paysans de fertilité au Niger*. Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey (Niger). In FLORET C. et PONTANIER R. La jachère en Afrique tropicale : Rôles, Aménagements, Alternatives. Vol. 1 Actes de Séminaire International, Dakar, 13-16 avril 1999. John Libbey Eurotext, CORAF-IRD. Paris 2000. 103-110 pages.
- TOUTAIN B., 1980. *Le rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudanaises de l'Afrique de l'Ouest*. In LE HOUEROU H. N. éd. Les fourrages ligneux en Afrique, état actuel des connaissances. Addis-Abeba, Ethiopie, 8-12 avril. CIPEA. 105-110 pages.
- TRAORÉ M., 2000. *Etude de la phénologie, de la régénération naturelle, et des usages de Piliostigma reticulatum (DC.) Hochst. en zone nord soudanienne du Burkina Faso*. Mémoire de fin de cycle. Université de Bobo-Dioulasso. 68 pages
- TRAORÉ D., 2014. *Contribution à l'utilisation des gousses, des feuilles et la recherche de techniques simples de germination des graines de Piliostigma reticulatum (L.) dans le village de Dimakuy (Timissa) cercle de Tominian*. Mémoire de fin de cycle de l'IPR/IFRA de Katibougou, P.51+Annexes.
- WEIGEL J., 1994. *Agroforesterie pratique à l'usage des agents de terrain en Afrique tropicale sèche*. Techniques rurales en Afrique. Ministère de la coopération. 211 pages.
- YAMÉOGO G., 1997. *Étude diagnostique de la végétation et du sol de jachères d'âges différents, dans le terroir de Thiougou (Burkina Faso)*. Mémoire de DEA, Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 66 pages.
- YÉLÉMOU B., 1993. *L'étude de l'arbre dans le système agraire au Boulkiemde : inventaire des principales espèces et étude de l'interface neem-sorgho*. Mémoire de fin d'études, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 101 pages + Annexes.
- YÉLÉMOU B., BATIONO B.A., YAMEOGO G., MILLOGO RASOLODIMBY J., 2007. *Gestion traditionnelle et usages de Piliostigma reticulatum sur le plateau Central du Burkina Faso*. Bois et forêts des tropiques N° 291 (1) 55-66 pages.
- YOSSI H., SANOGO Z.J.L., DIAKITÉ C.H., KERGNA ALPHA O., OUATTARA S., SOUMARÉ S., 2008. *Impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles au Mali, étude sahel*. 20 pages.
- YOSSI H., KAREMBÉ M. ET SIDIBÉ D., 1999. *Enrichissement des jachères en ligneux par plantation et mise en défens. Comportement des ligneux introduits et évolution de la végétation naturelle*. Communication présentée au Séminaire international : La jachère : rôles, aménagement et alternatives. IRD/UE/ISRA, 13-16 avril 1998. Dakar. 13 p.
- ZOMBRÉE N. P., ILBOUDO J. B. et MANDO A., 1998. *Réhabilitation des terres dégradées par l'association de techniques de conservation des eaux et des sols à Loago et Niénga*. La Recherche sur l'amélioration et la gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest, Rapport.

Sites web:

Web1 <http://www.tiptopglobe.com/city?i=1432025&n=Doumankui>.

Web2: <http://medecinedafrique2i.e-monsite.com/pages/plantes-medicinales/les-plantes-medicinales-africaines/piliostigma-reticulatum.html>



**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**