

NUMERO 11  
NOVEMBRE 2009

*REVUE MALIENNE*  
*DE SCIENCE ET DE*  
*TECHNOLOGIE*

---

---

**Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique**  
***CNRST*** Bp :3052 Tél : 2021 90 85

---

# Comité scientifique

*Directeur scientifique: Modibo HAÏDARA, Directeur Général du CNRST*

## Membres

*MM Ali Yéro MAIGA (CNRST), Mamadou DIALLO (FAST), Yéya Tiémoko TOURE (FMPOS), Amadou BALLO (ENSUP), Boubacar Sidiki CISSE (FMPOS), Mohamed N'DIAYE (IER), Filifing DEMBELE (IPR/IFRA), Mamady DEMBELE (ISH), Abdou Yéhia MAIGA (IER)).*

## Composition rédaction scientifique

*Dontigui SAMAKE*

## SOMMAIRE

<b>Le jugement moral chez des étudiants de maîtrise : Cas de l'Etat de Nayarit au Mexique.....</b>	<b>P.5</b>
SIDIBE N.	
<b>Le tabagisme à l'Hopital du point G.....</b>	<b>P.14</b>
SOULEYMANE D., AMADOU D., T.YACOUBA ; S. FASSARA	
<b>Biorémédiation des Biosolides Contaminés de Métaux Lourds par la Biosorption Bactérienne et par les Plantes Hyperaccumulatrices.....</b>	<b>P.19</b>
QI - TANG WU, CHENG'AI JIANG, SAMAKE, M. , SCHWARTZ C., MOREL J. L.	
<b>Impact des ligneux sur la biomasse microbienne dans les agro-systèmes de trois zones agro-écologiques du Mali.....</b>	<b>P.32</b>
SAMAKE F., NEYRA M., MESSAOUD L. ,	
<b>Diversité génétique et distribution des <i>Rhizobia</i> sous l'influence de certaines espèces ligneuses dans les agroécosystèmes du Mali.....</b>	<b>P.45</b>
SAMAKE F., YATTARA I. I , NEYRA M., MESSAOUD L.	
<b>Vulnérabilité des jeunes liée aux pratiques et aux comportements néfastes à la santé en milieu urbain et périurbain bamakois. Mali .....</b>	<b>P.58</b>
DIAWARA A. , BERTHE F., DIOP S., SIMAGA S.Y	
<b>La problématique de l'utilisation des langues nationales : cas du fulfuldé à l'enseignement Fondamental dans la région de Mopti.....</b>	<b>P.73</b>
PAMANTA D.	
<b>Evaluation de couverture vaccinale par la méthode LQAS dans la commune II du District de Bamako .....</b>	<b>P.87</b>
DIAWARA A. , COULIBALY A., SANGHO H., DIAWARA F., SIMAGA S.Y.	
<b>Irrigation goutte à goutte en production paysanne de concombre dans un environnement pedoclimatique sahelien du Mali (cercle de San).....</b>	<b>P.95</b>
COULIBALY D., BOUBACAR M'B., DIALLO D.	
<b>Les usages de l'eau du fleuve dans la boucle du Niger : bénéfices et incertitudes du barrage de Taoussa.....</b>	<b>P.105</b>
MAIGA M. H. , GAREYANE M., MIETTON M.	
<b>Connaissances et pratiques traditionnelles de conservation de la biodiversité : cas des populations riveraines de la Réserve de biosphère de la Boucle du Baoulé (Mali).....</b>	<b>P.126</b>
MAIGA M. H., DIALLO H., SONGORE I., DIARRA N., Cisse M.	

<b>Impact de la micro-dose du Complexe Céréale sur la production du mil dans la région de Ségou.....</b>	<b>145</b>
DOUMBIA F., COULIBALY A., KOUYATE S., DIARRA G. , DIALLO D., DIALLOB. A..	
<b>Analyse du programme de formation civique du centre d'éducation pour le développement (CED)..</b>	<b>152</b>
KAMISSOKO F.	
<b>Paludisme sévère en milieu hospitalier de Bamako (Centre Hospitalier Mère - Enfant : Le « Luxembourg »): Diversité et masse allotypique du Merozoite Surface Protein- 1 de <i>Plasmodium falciparum</i>.....</b>	<b>165</b>
BAGAYOKO M.W., KOITA O. <sup>1</sup> , TRAORE O. <sup>1</sup> , KALOGA M. <sup>1</sup> ; BAGAYOKO D <sup>2</sup> ,. MAHAMADOU I et al	
<b>Etude de la glycémie chez les étudiants du campus universitaire de la faculté des sciences et des techniques de Bamako.....</b>	<b>P.178</b>
GUINDO K. M., BAGAYOKO M. W., KONE M. .	
<b>Perception et réaction de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest. (BCEAO) face à la crise alimentaire de 2008-2009.....</b>	<b>P.187</b>
KONE I. * ,TRAORE M.**	
<b>Evaluation du rôle de la protéine HlyX dans le développement anaérobique d'<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> .....</b>	<b>P.200</b>
N'DIAYE, M, TRAORE, D. NIANG, M	

# LE JUGEMENT MORAL CHEZ DES ETUDIANTS DE MAITRISE

Cas de l'Etat de Nayarit au Mexique

SIDIBE NOUHOUN \*

## RESUME

Ce travail s'articule autour d'une évaluation des niveaux de développement du jugement moral chez des étudiants des premier et dernier semestres<sup>1</sup> de maîtrise dans un Etat des Etats Unis Mexicains en vue d'une comparaison selon l'institution d'accueil, le semestre d'études, la filière de formation et le sexe. Il tente aussi de comparer ces niveaux de développement du jugement moral atteint par lesdits étudiants avec ceux des élèves du second cycle et du secondaire évalués dans des études antérieures. Pour ce faire, il a été appliqué à mille quatre-vingt-dix-sept étudiants des huit institutions d'enseignement supérieur que comptait l'Etat durant la période 2004-2005, le test de définition des critères (Defining Issues Test, DIT) conçues par Rest (1990) pour évaluer le développement du jugement moral sur la base de la théorie de Kohlberg (1992). Il ressort de l'analyse de certains résultats de l'études qu'il y a une différence significative au niveau du développement moral des étudiants des premier et dernier semestre (respectivement 24,75% et 27,60%), que les étudiants de la maîtrise (27,60%) ont plus mûri sur le plan moral que les élèves du second cycle (18,13%) et du secondaire (18,92%), que les étudiants de philosophie ont un développement moral plus élevé (34,29%) que celui des autres filières de formation et que dans toutes les institutions, hommes et femmes ont le même développement moral sauf dans une seule où les femmes ont une croissance morale post conventionnelle plus élevée que les hommes. Il est à noter que l'étude ne dit pas si les changements observés sont dus ou non à l'impact de la formation scolaire parce que cela nécessite une conception différente.

Mots clés: Evaluation, formation scolaire, jugement moral.

## ABSTRACT

The present study reads as a student moral judgement attainment evaluation during first and last terms of Bachelor Degree studies level in a given state of United Mexican States. It aims at comparing variables related to host institutions, study terms, training and sex. Thereby, an attempt is also made to compare the levels of moral judgement development attainment of such institutions at the levels of those reached by students of other institutions at junior high and high school levels evaluated in other studies. To this end, the defining issues test (DIT) designed by Rest (1990) to test moral judgement development has been administrated to one thousand four hundred and ninety seven students from the eight higher educational existing institutions at that moment in the country (2004-2005). The test was based on the principles of the theory of Kohlberg (1992). A significant difference appears at the level of moral judgement development among students of first and last terms of junior high and high school students as shown by the results of the analysis. It is also revealed that the students at Bachelor level have become more mature than the students of high school, that philosophy students demonstrate a higher moral development than students of vocational training and that, in all the institutions, male and female students share the same moral development except that in one training field female students have a higher postconventional growth than the male ones. It is worth noting that the study does not reveal whether the observed changes are or not due to the impact of school training because this would imply a different conception.

Key words: Evaluation, educational training, moral judgment.

---

\* Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA)  
BP E475, Bamako

---

<sup>1</sup> Dans ces institutions, les cours se donnent par semestre et non par année scolaire comme chez nous au Mali. Les études de la Maîtrise durent 8 semestres, soient 4 années et les inscriptions se font par semestre.

## INTRODUCTION

Les processus de changement social et économique ainsi que leur forte influence sur la vie des personnes et des groupes sociaux ont conduit à une augmentation de l'intérêt pour la formation morale. Les perspectives sociales selon lesquelles l'éducation formelle contribue efficacement au développement humain en général et à l'acquisition de la moralité en particulier, incluent l'enseignement supérieur, du fait qu'il existe une préoccupation pour les composantes éthiques de l'expérience au niveau de ce type d'éducation. De diverses manières, dans les discours institutionnels et curriculaires, l'accent a été mis sur les aspects « formatifs » ou « humains » de la professionnalisation, de telle sorte qu'on a récupéré la conviction philosophique selon laquelle l'action éducative est par nature morale (voir ANUIES, 2000:38, la Conférence Mondiale sur l'Education Supérieure, 1998, Delors, 1996).

Selon la structure juridique du Mexique, toutes les institutions d'enseignement supérieur sont soumises à un ensemble de valeurs et d'objectifs qui sont désignés par la politique de l'éducation et configurent un profil de développement moral. Les articles 3 de la Constitution mexicaine et 7 de la Loi Générale sur l'enseignement contiennent des éléments d'incontestable transcendance sociale et éducative qui ne peuvent être ignorés ou sous-estimée dans la conception du curriculum et dans les processus pédagogiques de l'enseignement supérieur. Outre les raisons évoquées ci-dessus, l'approche philosophique et les objectifs du Programme National de l'Education 2001-2006 permettent la compréhension de la pertinence des aspects relatifs aux valeurs et à la morale parmi les fonctions sociales et pédagogiques dans les processus d'enseignement supérieur.

De plusieurs manières, les institutions d'enseignement supérieur publiques et privées expriment leurs buts pour la formation de l'homme dans des documents allant des lois organiques et statuts jusqu'à certains projets ou programmes de formation intégrale, de l'éducation humaniste ou d'une variété d'expériences d'intégration curriculaire axées sur la formation des valeurs morales et sociales. Ces formes d'expression du discours institutionnel contiennent des perspectives de la connaissance sociale et prônent une vision du développement social et moral de l'étudiant.

De cette façon, dans les processus et la culture des institutions d'enseignement supérieur, confluent les intérêts de la pédagogie universitaire et ceux de la psychologie du développement, en particulier dans le domaine moral, une question qui est liée à celle de la connaissance sociale (Díaz Aguado, 1986).

Aux États-Unis, l'intérêt pour la qualité de l'enseignement supérieur a conduit à se pencher, entre autres, sur le développement moral (PASCARELLA et Terenzimi, 1991). Au Mexique, la question commence à peine à être étudiée et on s'est focalisé davantage sur la question des valeurs que celle de la moralité (Hirsch, 2001; Yurén, 2001). Les études pionnières sur le développement du jugement moral chez les étudiants sont celles de Morfín (2002) et de Noguez (2002).

L'une des approches théoriques qui a plus d'influence dans l'étude de la moralité est ce qu'on appelle la thérapie cognitivo-évolutive, construite par Kohlberg (1992) et poursuivie théoriquement et techniquement par Rest (1990). La présente étude se situe dans ce cadre de recherche et dans un contexte plus large des travaux sur le développement du jugement moral des étudiants qui évoluent dans l'éducation formelle (Barba, 1999).

La vision du développement du jugement moral construite par Kohlberg (1992) se compose d'une structure organisée en trois niveaux - préconventionnel, classique et postconventionnel, dont chacun se compose de deux stades. Les niveaux et leurs stades représentent des structures du jugement et des perspectives sociomorales distinctes qui ont comme condition nécessaire, mais pas suffisante, le développement cognitif. Dans la perspective de l'acquisition de la moralité soulevée par Kohlberg, le jugement moral est considéré comme une composante de l'action morale (Rest, 1983; Bebeau, Rest et Narvaez, 1999).

Le développement du jugement moral est donné par le progrès entre les stades -du stade un au stade six- et signifie la capacité du sujet de faire des jugements moraux avec une perspective supérieure en fonction de la valorisation de ce qui est juste dans une circonstance donnée, c'est à dire, la décision que l'on considère comme le meilleur plan d'action morale.

Conformément à ce qui précède, cette étude vise à:

1. Evaluer les niveaux de développement du jugement moral des étudiants de la première année maîtrise et de ceux qui vont terminer leur formation au cours de l'année scolaire 2004-2005.
2. Comparer les niveaux de développement du jugement moral des groupes d'étudiants en fonction des variables: institution d'accueil, semestre, filière de formation et sexe.
3. Comparer les niveaux de développement du jugement moral atteint par les étudiants de maîtrise avec ceux des élèves du second cycle de l'enseignement fondamental et du secondaire évaluées dans une autre étude.

## METHODOLOGIE

Notre méthodologie se structure autour des points suivants : le lieu et la population de l'étude, les instruments de collecte des données et la collecte des données

### Lieu et population de l'étude

L'enquête a été réalisée dans les huit Institutions d'Enseignement Supérieur que comptait l'Etat de Nayarit au cours de l'année scolaire 2004-2005. C'est l'un des 31 Etats qui, avec le District Fédéral, forment les 32 entités fédératives du Mexique. Il se situe au Nord-Ouest, sur l'Océan Pacifique et représente 1,4% de la superficie totale du pays, soit 28874 km<sup>2</sup> avec une population estimée à 949684 habitants (INEGI, 2005). Il est limité au Nord par les Etats de Sinaloa et de Durango, au Sud par l'Etat de Jalisco, à l'Est par Zacatecas et Jalisco et à l'Ouest par l'Océan Pacifique.

L'étude a concerné un échantillon de 1097 étudiants du premier et du dernier semestres d'études. Dans certains établissements, les élèves du dernier semestre ne suivaient plus les cours parce qu'étant en stage de fin d'études et dans une telle situation, nous avons été obligé de prendre les étudiants de l'avant dernier semestre. La répartition des sujets par institution et par sexe est indiquée dans le tableau 1.

**Tableau 1: Nombre d'Etudiants par sexe et par Institution d'Enseignement Supérieur<sup>2</sup>**

Institutions d'Enseignement Supérieur	Hommes	Femmes	Total
Ecole Normale de l'Etat de Nayarit (ENEN)		62	62
Ecole Normale Rurale (ENR)		67	67
Ecole Normale Catholique (ENC)		28	28
Institut Technologique de Nayarit (ITN)	97	91	188
Institut Technologique Agropécaire de Nayarit (ITAN)	42	30	72
Université Autonome de Nayarit (UAN)	153	187	340
Université San Juan (USJ)	79	101	180
Université Technologique de Nayarit (UTN)	88	72	160
<b>Total</b>	<b>459</b>	<b>638</b>	<b>1097</b>

Dans les trois écoles normales, il n'y a que des étudiantes et dans le reste des institutions d'enseignement supérieur il y a des hommes et des femmes inscrits. Sur le nombre total d'étudiants enquêtés, les femmes représentent 58,15% et les hommes 41,84%. Leur âge varie entre 17 ans (122 étudiants) et 45 ans (1 étudiant). Les 86,6% des étudiants enquêtés se situent entre 17 et 23 ans.

Les étudiants ont été choisis dans les huit institutions d'enseignement supérieur que comptait l'Etat de Nayarit, des filières de formation professionnelle qui étaient enseignées dans au moins deux institutions différentes dans le but de faire des comparaisons par institution. Nous présentons dans le tableau 2 la répartition des étudiants par filière de formation.

<sup>2</sup> L'Université Technologique de Nayarit offre des filières de formation professionnelle du niveau 5 appelées Technique Supérieur Universitaire. Ce sont deux ans de cours intensifs pratiquement équivalant au soixante-cinq pour cent d'un curriculum conventionnel de Maîtrise. Pour cette raison, que cette institution a son propre calendrier scolaire organisé en tétrimestres.

**Tableau 2: Etudiants par filière de formation<sup>3</sup> et par sexe**

Filière de formation	Hommes	Femmes	Total
Administration	85	164	249
Psychopédagogie	4	58	62
Droit	53	60	113
Education	8	196	204
Philosophie	18	20	38
Informatique	174	106	280
Ingénierie	117	34	151
<b>Total</b>	<b>459</b>	<b>638</b>	<b>1097</b>

### Méthode de collecte des données

Il a été appliqué aux étudiants enquêtés le test sur la définition des critères (Defining Issues Test, DIT) conçu par Rest (1990) pour évaluer le développement du jugement moral basé sur la théorie de Kohlberg (1992). Nous avons utilisé une version du DIT composée de trois histoires. Chaque histoire pose un dilemme moral sur lequel se présentent douze considérations ou énoncés auxquels le sujet enquêté devait attribuer l'un des cinq niveaux possibles d'importance, en premier lieu, puis sélectionner les quatre énoncés qu'il considère comme les plus importants en les hiérarchisant du premier au quatrième choix. Chaque énoncé exprime la perspective de l'un des stades du jugement ou perspective sociomorale. A partir de la hiérarchisation, nous avons assigné des valeurs numériques selon l'ordre de classement des énoncés par l'étudiant enquêté, quatre (4) au plus important et un (1) au moins important. Ainsi, chaque stade a eu un certain nombre de points en fonction des énoncés que les sujets enquêtés ont choisi comme les quatre plus importants de chaque dilemme.

Les scores obtenus dans le DIT ont été exprimés en pourcentages qui indiquent l'usage que les sujets ont fait de la perspective de chacun des stades du jugement moral face à des dilemmes moraux et imaginé les possibilités de plan d'action. Avec les scores des stades du niveau post conventionnel de moralité (stades 5 et 6) nous avons déterminé l'indice P ou indice de « raisonnement moral de principes », une mesure qui exprime « l'importance relative qu'un sujet accorde aux considérations des principes moraux pour prendre une décision en ce qui concerne les dilemmes moraux » (Rest, 1990:17; voir aussi Rest et Narvaez, 1994). L'ensemble des scores obtenus pour les stades et l'indice P a permis d'établir un profil de développement moral des étudiants et de chacun des groupes ou catégories des variables.

### Collecte des données

L'administration du DIT aux groupes cibles a été fait séparément, en une session de travail d'environ 50 minutes. Elle a été précédée d'une explication aux élèves de l'objectif et des caractéristiques de l'épreuve. Cette

<sup>3</sup> La filière de formation en philosophie s'offre uniquement à l'Université Autonome de Nayarit mais, pour sa relation spéciale avec l'étude et la formation éthique, nous l'avons considérée dans l'échantillon.



explication a inclus la réalisation du procédé de valorisation et hiérarchisation avec un exemple de problème d'action qui, de nature, n'est pas morale. Ensuite, le coordonnateur de l'activité a conduit à la réalisation d'un travail collectif sur la première histoire et chaque étudiant a terminé les autres histoires à son propre rythme.

## RESULTATS DE L'ETUDES

Nous présentons dans cette section, certains résultats de l'étude, en particulier les profils fondés sur les moyennes des stades 2 au 6 du jugement moral et de celles de l'indice P pour l'ensemble des sujets et pour chacun des groupes de personnes en tenant compte de leur institution universitaire d'origine ainsi que des catégories des différentes variables mentionnées ci-dessus. Nous avons effectué le test "t" de *Student* avec un alpha égal à 0,05 pour évaluer l'ampleur des différences entre les moyennes et une analyse de régression. Nous présentons dans le tableau 3 les scores moyens obtenus par stade du jugement moral et au niveau de l'indice P de l'échantillon, les catégories de la variable sexe et semestre d'études des enquêtés.

**Tableau 3: Moyennes par stade et au niveau de l'indice P par échantillon, sexe et semestre**

Stades	Echantillon	Femmes	Hommes	Premier semestre	Dernier semestre
2	7,90	7,77	8,08	8,41	7,32
3	22,57	22,15	23,15	22,89	22,25
4	33,82	33,36	34,45	34,51	33,25
5A	15,08	14,99	15,19	14,34	15,68
5B	5,07	5,46	4,52	4,62	5,56
6	6,07	6,72	5,17	5,79	6,34
Indice P	26,22	27,17	24,90	24,75	27,60

On peut observer dans l'échantillon et dans les groupes selon le sexe et le semestre un profil similaire de développement moral: le progrès va du stade 2 au stade 4 et à partir de celui-ci, les moyennes baissent au niveau des sous stades 5A et 5B<sup>4</sup>. Au niveau du stade 6, il existe une tendance à une croissance plus élevée en relation avec le sous stade précédent. Le stade 4 est celui qui a la prééminence, ce qui signifie que la perspective morale de la "loi et de l'ordre" ou de "maintien des normes" est le plus largement utilisé par les étudiants; c'est la structure du jugement moral que les étudiants utilisent le plus fréquemment face à des dilemmes moraux et pour réfléchir à un meilleur plan d'action. Les étudiants des premier et dernier trimestres sont égaux en valeurs au niveau du stade 4, ce qui indique que les étudiants du dernier semestre n'avancent ou ne mûrissent pas sur le plan moral dans cette perspective au cours des années d'études au niveau de l'enseignement supérieur.

Il convient de signaler que la perspective du stade 2 -moral individualiste à but instrumental et d'échange- n'a pas été complètement dépassée par les étudiants.

L'indice P, comme mesure de raisonnement moral, montre qu'aucun des groupes d'étudiants n'a atteint un développement supérieur à celui de la perspective du stade 4. Toutefois, lorsqu'on compare les sujets de cette étude avec un groupe d'élèves du second cycle et du secondaire évalués dans d'autres travaux (Barba, 2001), nous constatons que les premiers ont huit points de plus que les autres au niveau de principes de la moralité -la moyenne de l'indice P des élèves du second cycle est de 18,13% tandis que celle des élèves du secondaire est de 18,92%, parce que leur point de vue a baissé au niveau du stade 3, et non au niveau du stade 4, où ils sont égaux.

Les données du tableau ci-dessus montrent que les étudiants de maîtrise, en surmontant la perspective du stade 3 ont avancé vers les principes de la moralité. Il y a donc un gain au niveau des principes du raisonnement moral

<sup>4</sup> La différenciation des sous stades 5<sup>A</sup> et B5 n'a pas été faite par Kohlberg, même si elle est contenue dans la définition du stade. C'est Rest qui a élaboré la distinction pour la structure du DIT.

entre les années d'études au second cycle et au secondaire et celles au niveau de l'enseignement supérieur: une conclusion similaire ressort des travaux de Noguez (2002). Toutefois, le développement de la pensée morale postconventionnelle des étudiants est inférieur à celui d'autres étudiants de même scolarité mais de cultures différentes, comme aux États-Unis (Rest, J., 1994).

Il y a deux constats qui se dégagent des informations contenues dans le tableau 3. Le premier résulte du fait que faisant le test *t* de *Student*, la différence des moyennes de l'indice P entre les hommes et les femmes est statistiquement significative, c'est-à-dire avec une probabilité de 95%, ce qui indique que les femmes ont fait des progrès plus importants dans leur raisonnement moral de principes que les étudiants du sexe masculin, mais ce progrès est plus notoire (visible) au niveau du stade 6. Cette différence entre les sexes est due à l'Université San Juan, unique institution d'enseignement supérieur privée de l'Etat de Nayarit et aussi la seule où la différence par sexe entre les moyennes de l'indice P est importante. Dans les autres institutions d'enseignement supérieur, hommes et femmes sont égaux au niveau des principes de la moralité.

Le deuxième constat concerne la différence qui existe au niveau de la moyenne de l'indice P des étudiants du premier semestre en comparaison avec ceux du dernier. La différence est significative en réalisant le test *t* de *Student*, qui montre l'évidence d'une augmentation de la moralité des principes pendant les années de formation, en particulier dans les sous stades 5A et 5B, même si au niveau du stade 6, il n'y a pas de différence significative. Bien qu'il n'y ait pas une grande croissance à ce niveau, il est important de signaler qu'il y a du progrès au niveau du type de jugement moral durant la période de formation. Toutefois, un tel changement ne se fait pas sentir au niveau de tous les étudiants des institutions d'enseignement supérieur. La différence entre le premier et le dernier semestre pour les institutions se produit seulement dans l'ENR et l'UTN. Ce sont les étudiants du dernier semestre de ces deux institutions d'enseignement supérieur, qui montrent des signes de croissance au niveau de l'échantillon. Dans les six autres institutions, il n'y a pas de différence significative selon l'indice P entre les étudiants qui ont progressés par rapport à ceux du premier semestre.

Si nous considérons la variable sexe en relation avec les semestres, nous constatons que les femmes des deux semestres ont la même moralité postconventionnelle tandis que les hommes du dernier semestre ont plus de raisonnement moral de principes en comparaison avec ceux du premier, parce qu'en faisant le test *t* de *Student* des moyennes, la différence résulte être statistiquement significative. A continuation, nous présentons dans le tableau 4 les moyennes au niveau des stades du jugement moral et l'indice P pour chacune des institutions qui ont été concernées par l'étude.

**Tableau 4: Moyennes par stade et au niveau de l'indice P par institution**

	S2	S3	S4	S5A	S5B	S6	P
ENC	6,54	21,19	32,26	13,69	6,18	9,28	29,16
ENEN	6,77	26,77	29,83	14,40	5,59	6,45	26,45
ENR	8,20	21,84	33,23	14,32	6,26	6,26	26,86
ITN	6,79	21,45	35,35	15,24	4,73	6,84	26,82
ITAN	9,12	20,64	36,57	14,16	3,79	5,27	23,24
UAN	8,28	23,45	32,57	15,70	5,60	5,63	26,95
USJ	7,16	20,92	34,90	16,42	4,66	6,59	27,68
UTN	9,24	23,64	34,27	13,29	4,45	5,10	22,79

Un examen de la classification des stades, nous fait constater un profil moral similaire à celui indiqué ci-dessus dans d'autres variables, c'est-à-dire, il y a eu des progrès en allant du stade 2 au stade 4, ce qui est également important au niveau de tous les étudiants des institutions d'enseignement supérieur. Cependant, on peut noter que dans le groupe de l'ENEN la différence des moyennes entre les stades 3 et 4 (respectivement 26,77% et 29,83%) est plus petite que dans les autres groupes, surtout en comparaison avec les moyennes de l'ITAN, un groupe dans lequel le progrès du stade 4 par rapport au stade 3 est le plus grand de tous ( $s_3 = 20,64\%$  et  $s_4 =$

36,57%). Dans un autre aspect, il est à noter qu'à l'ITAN et l'UTN les étudiants montrent le plus haut degré d'usage de la perspective du stade 2 (respectivement 9,12% et 9,24%), c'est-à-dire qu'ils ont au moins dépassé une telle perspective de jugement par rapport aux étudiants des autres institutions.

En ce qui concerne les différences constatées au niveau des moyennes de raisonnement moral de principes, le groupe de l'ENC a la moyenne la plus élevée (29,16%) et le groupe de l'UTN, la moyenne la plus basse (22,79%), suivi de l'ITAN (23,24%). Du groupe de l'UTN, il est important de considérer que leur formation se fait en deux ans et que le curriculum est technique. Toutefois, comme indiqué ci-dessus, c'est l'une des institutions d'enseignement supérieur au niveau desquelles les étudiants ont progressé moralement du premier au dernier semestre. Le progrès dans la réflexion morale de principes de ces étudiants indique qu'il existe des éléments de leur expérience formative qui favorisent la croissance morale dans un intervalle de temps moindre que celui d'une maîtrise. L'un de ces éléments peut être le fait que leur programme d'études inclut deux cours de formation socioculturelle qui traitent des valeurs personnelles et des connaissances sociales. De l'ENC, on doit prendre en compte le fait qu'il s'agisse d'un établissement privé catholique.

Un autre groupe avec un développement moral faible comparativement aux autres est celui de l'ITAN. Comme expliqué ci-dessus, le groupe d'étudiants de cette IES a la moyenne la plus élevée au niveau du stade 4 (36,57%) et ses progrès au niveau des stades 5 (14,16% et 3,79%) et 6 (5,27) est inférieure à ceux constatés dans les autres groupes, même si la différence entre les stades 3 et 4 est la plus grande de toutes.

En appliquant le test *t* de signification aux moyennes institutionnelles de l'indice P, on constate que les différences existantes entre les deux institutions ayant le plus faible indice P par rapport aux autres IES sont significatives. Donc, en premier lieu, la moyenne de l'ITAN est différente de celle de l'ENEN, de l'UAN et de l'USJ. Deuxièmement, la moyenne des étudiants de l'UTN est différente de celle de l'ENEN, de l'ENR, de l'ITN, de l'UAN et de l'USJ.

En synthèse, nous pouvons dire que les étudiants de l'UTN ont moins de développement de la moralité de principes que les autres groupes d'étudiants et ont un développement similaire à ceux des étudiants de l'ENEN et de l'ITAN. Ces derniers, à leur tour, ont atteint moins de développement moral de principes que les étudiants de trois autres institutions.

Pour ce qui concerne le niveau de développement moral de principes qu'ont atteint les étudiants par rapport aux filières de formation dans le tableau 5, on observe que les étudiants de philosophie ont la moyenne la plus élevée dans les principes de moralité, suivi des étudiants de droit, de l'ingénierie et de l'éducation comme cela s'observe dans le tableau 5 qui suit.

**Tableau 5: Moyenne de raisonnement moral de principes par filière de formation<sup>5</sup>**

Filières de formation	Etudiants	Moyenne de l'indice P
Administration	249	23,38
Droit	113	28,17
Education	266	27,78
Philosophie	38	34,29
Informatique	280	24,52
Ingénierie	151	27,81

Le développement le moins élevé se constate, par ordre décroissant, au niveau des étudiants en informatique et en administration. La différence de la moyenne en administration est significative par rapport à toutes les filières de formation, sauf en informatique. De même, la différence des moyennes entre l'informatique et les autres filières de formation est significative, à l'exception de l'administration.

Les étudiants avec un plus grand développement moral de principes que sont ceux de la philosophie, ont une différence statistiquement significative par rapport à toutes les autres filières de formation.

<sup>5</sup> La filière de formation en psychopédagogie n'apparaît pas ici parce que nous l'avons considérée comme partie intégrante de l'éducation.

En faisant une analyse de régression, nous constatons que les éléments mentionnés ci-dessus se confirment. Les filières de formation en administration et en informatique ont une corrélation négative avec les principes de la moralité, tandis que les variables sexe et semestre ont une corrélation positive. Le modèle avec plus de pouvoir explicatif est formé par la combinaison des variables semestre, filière de formation en administration, en informatique et sexe, expliquant les 3,7% de l'indice P ( $r = 193$ ).

## CONCLUSIONS

Les sujets de cette étude partagent un profil général de développement moral dans lequel le stade 4 l'emporte sur les autres. Il existe des différences entre les institutions dans les degrés de progrès tout au long des études, mais c'est seulement au niveau de deux d'entre elles -l'ENR et l'UTN- qu'il y a une différence significative quant au développement moral des étudiants du dernier semestre par rapport au premier. L'indice P le plus élevé entre les institutions est celui des étudiants de l'ENC (29,16%).

Les étudiants de maîtrise et ceux de technicien supérieur ont une croissance plus élevée (27,60%) dans les principes de la moralité que l'échantillon des élèves du second cycle (18,13%) et du secondaire (18,92%). L'âge et la scolarité ont une influence positive sur le développement moral. Toutefois, leur pensée morale postconventionnelle est inférieure à celui des étudiants d'autres cultures.

Les étudiants de philosophie ont le développement moral le plus élevé (34,29%) au niveau des filières de formation alors que le plus bas développement moral se situe au niveau des étudiants de l'informatique (24,52%) et de l'administration (23,38%).

Les femmes de l'une des institutions privées ont une plus grande croissance morale postconventionnelle que les hommes. Dans toutes les autres institutions d'enseignement supérieur, hommes et femmes sont égaux au niveau du développement moral.

Les étudiants de deux institutions d'enseignement supérieur publiques -ITAN et UTN- ont un développement des principes moraux moins élevé (respectivement 23,24% et 22,79%) que le reste, mais dans la première institution, les étudiants en dernier semestre ont atteint un niveau de développement des principes moraux significative par rapport à ceux du premier semestre.

Les variables associées positivement à la variation de l'indice P sont celles du semestre et du genre.

Il convient de prendre en compte le fait que l'étude décrit les niveaux de développement moral au cours des années d'études supérieures, mais ne démontre pas avec certitude que les changements constatés sont dus à l'impact de la formation scolaire. Cette association exige une étude avec une conception différente.

## BIBLIOGRAPHIE

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2000). La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo. México, ANUIES.

BARBA, B. (1999). Niveles de razonamiento moral en estudiantes de secundaria, bachillerato y licenciatura del estado de Aguascalientes. Manuscrito no publicado, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México.

BARBA, B. (2001). "Razonamiento moral de principios en estudiantes de secundaria y bachillerato" en: Revista Mexicana de Investigación Educativa, No 6, pp. 501-523.

BEBEAU, M. J., Rest & Narvaez, D. (1999). Beyond the promise: a perspectiva on research in moral educación" en: Educacional Researcher, 28 (4), pp. 18-26.

Conférence Mondiale sur l'Education Supérieure (1998). Déclaration mondiale sur l'éducation supérieure pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Visions y actions. Paris, France: UNESCO.

DELORS, J. (coord.) (1996). L'éducation, un trésor caché dedans, Rapport à l'UNESCO de la Commission internationale sur l'éducation pour le vingt et unième siècle. Paris: Editions UNESCO/Odile Jacob

DÍAZ-AGUADO, R. M. (1986). "Conocimiento social" en: J. Mayor (dir.), Sociología y psicología social de la

educación. Madrid, España: Anaya, pp. 100-121.

HIRSCH, A. (coord. (2001). Investigaciones de valores: universitarios, profesionales, de estudiantes y profesores universitarios en México. VI Congreso Nacional de Investigación Educativa, Manzanillo, México: Universidad de Colima-Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 15pp.

Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (2005). II Censo de población y vivienda, México: INEGI

KOHLBERG, L. (1992). Psicología del desarrollo moral, Bilbao, España: Desclée de Brouwer.

MORFÍN, C. (2002). Desarrollo moral y educación superior. Una descripción de los estudiantes del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Tesis de maestría no publicada, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, Tlaquepaque, Jalisco, México.

NOGUEZ, S. (2002). Madurez del juicio moral al ingreso y al egreso de licenciatura. Tesis de maestría no publicada, Universidad Iberoamericana, México, D.F., México.

PASCARELLA, E. T. and P.T. Terenzini (1991). How collage affect students, San Francisco, EE. UU., Jossey-Bass.

REST, J. (1983). Morality. In P. Mussen (Ed. De la serie) y J. H. Flavell & E. Markman (EDS. Del volumen), Handbook of child psychology: vol. 3. Cognitive development (4<sup>a</sup>. Ed., pp. 920-990). New York, EE. UU.: Wiley.

REST, J. (1990). DIT manual. Minneapolis, EE. UU.: University of Minnesota, Center for the Study of Ethical Development.

REST, J. & Narvaez, D. (1994). Moral development in the professions: Psychology and applied ethics, Hillsdale, NJ, EE. UU.: Lawrence Erlbaum Associates.

Secretaría de Educación Pública (2001). Programa Nacional de Educación 2001-2006. México, SEP.

YURÉN, M. T. y cols. (2001). El trabajo filosófico y conceptual en educación valoral y formación sociomoral. Una contribución al estado del conocimiento en México (1991-2001). VI Congreso Nacional de Investigación Educativa, Manzanillo, México: Universidad de Colima-Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 17 pp.

# LE TABAGISME A L'HOPITAL DU POINT G

D. Souleymane (1) ; D.Amadou (1) ; T.Yacouba (1) ; S. Fassara (1)

## Résumé :

Le tabagisme est un problème majeur de santé publique à l'échelle mondiale. Il est responsable d'une morbidité et d'une mortalité sans cesse croissantes.

Dans le but d'évaluer la prévalence, le comportement et l'attitude du personnel sanitaire face au tabagisme une étude transversale a été menée au cours du mois de juin 2007 au CHU du Point G à Bamako.

Sur un total de 262 questionnaires distribués (78% du personnel) 249 réponses ont été recueillies soit un taux de participation de 95%. Le sexe masculin était le plus représenté avec 73,9% des cas ; la moyenne d'âge était de 37,7 ans ; les techniciens de santé étaient les plus nombreux dans 31,3% des cas ; 12, 9% du personnel était fumeur et 13,2% des ex fumeurs (Arrêt moins de 6 mois). La quasi-totalité des fumeurs (100%) fumaient la cigarette ; le début du tabagisme se situait entre 16 et 20 ans pour 76,9% des fumeurs ; 83% des fumeurs fumaient au moins 10 cigarettes par jour et 44,6% d'entre eux fumaient nécessairement dans les cinq premières minutes après leur réveil. 83,1% des fumeurs n'éprouvaient aucune difficulté de s'abstenir de fumer dans les endroits interdits. 75% du personnel fumeur a tenté au moins une fois d'arrêter de fumer, la principale raison invoquée est la culpabilisation dans 45,5% suivie de la peur des maladies dans 42,4%. 95,6% de tout le personnel pensait que leur rôle est d'aider les autres à arrêter de fumer et dans 75,5% ils pensaient avoir de l'influence sur les fumeurs pour l'aide au sevrage, plus de la moitié des fumeurs partageait cet avis, contre 70% des ex-fumeurs et 90% des non fumeurs.

Le tabagisme reste l'une des préoccupations majeures de l'OMS, avec des répercussions importantes sur la santé qui devraient aller en s'aggravant en raison de sa précocité, de sa féminisation et de sa délocalisation dans les pays en développement.

Mots clés : Tabagisme, Personnel, Point G, Bamako Mali

---

1) : Service de Pneumologie Hôpital du Point G BP 333 Bamako Mali  
Mail : drsolo53yahoo.fr

## **Introduction :**

Le tabagisme est un problème majeur de santé publique à l'échelle mondiale. Il est responsable d'une morbidité et d'une mortalité sans cesse croissantes. En effet selon l'OMS la mortalité imputable au tabac dans le monde a été estimée à environ 4 millions de décès en 1998 et devrait s'élever à près de 10 millions en 2030, dont 70% dans les pays en développement [1]. Il devrait être la cause la plus facilement évitable de morbidité et de mortalité car les dangers sont maintenant connus de la majorité de la population, y compris des fumeurs.

Les méfaits du tabac sur la santé ne sont plus à démontrer. Le tabac est une cause connue de plus de 25 maladies graves dont le cancer de poumon qui occupe la première place des cancers dans le monde.

En France, 65000 décès annuels sont liés à la consommation de tabac. La lutte contre le tabagisme constitue une des préoccupations les plus importantes en santé publique et un des principaux objectifs du plan de lutte contre le cancer mis en place par le gouvernement [2]. Aux Etats-Unis, le tabac est responsable de 400 .000 morts chaque année, il provoque 80% des cancers du poumon [3]. En Afrique, les multinationales du tabac attirent les fumeurs grâce à des activités culturelles et sportives, les gouvernements sont complaisants malgré les deux millions d'africains qui en meurent par an sur les 700 millions de consommateurs potentiels, constitués de jeunes de moins de 20 ans[4]. Au Mali la prévalence du tabagisme n'est pas connue mais une étude non publiée réalisée en 2003 sur un échantillon de 5433 sujets recrutés à Bamako avait montré que 27,89% étaient des fumeurs [5].

Jusqu'à une date récente les médecins s'étaient peu ou pas impliqués dans l'aide au sevrage et se limitaient à des conseils ou à une exhortation à la volonté.

Arrêter de fumer permet de réduire la surmortalité liée à la consommation de tabac. Tous les professionnels de la santé doivent intervenir dans ce domaine, c'est pourquoi il nous a paru important d'étudier le comportement et l'attitude de ceux là même qui ont la charge de conseiller, d'éduquer et d'apporter leur aide au sevrage.

## **Méthodologie - Matériel:**

: L'enquête a été sur 262 personnes travaillant au CHU du Point G. Seules 240 personnes ont répondu au questionnaires.

Il s'agit d'une étude transversale réalisée durant le mois de juin 2007 au CHU du Point G à Bamako, capitale du Mali. C'est le plus vaste hôpital du pays ; il est organisé en système pavillonnaire et abrite 16 services de médecine et 5 de Chirurgie. Tous les services ont été représentés dans l'étude. Deux catégories professionnelles ont été prises en compte : les médecins et les paramédicaux.

Dans la catégorie des médecins il y avait les médecins titulaires, les CES (médecins en spécialisation), les médecins biologistes et les pharmaciens et dans celle des paramédicaux il y avait les assistants médicaux (biologistes), les techniciens supérieurs de santé, les techniciens de santé, les techniciens de laboratoire, les assistants sociaux, les aides soignants et les techniciens de surface.

A été inclus tout sujet qui travaille au CHU du Point G et ayant accepté librement de faire partie de l'étude.

Dans cette étude ont été considérés comme tabagiques les fumeurs permanents ou occasionnels ; comme ex-fumeurs les sujets ayant arrêté de fumer depuis moins de 6 mois et comme non fumeurs les sujets n'ayant jamais fumé.

Le recueil des données a été fait à l'aide des mêmes questionnaires individuels en français pour les deux catégories professionnelles. L'enquête a été effectuée par la méthode de « Porte-à-porte ». Dans un premier temps le questionnaire a été distribué au personnel après

leur avoir expliqué le but de l'étude et avoir obtenu leur adhésion, un deuxième passage a ensuite été fait pour recueillir les questionnaires.

Les données ont été saisies sous Word office 11 et analysées par le logiciel SPSS version 12

## Résultats :

Sur un total de 262 questionnaires distribués (78% du personnel) 249 réponses ont été recueillies soit un taux de participation de 95%. Le sexe masculin était le plus représenté avec 73,9% des cas ; la moyenne d'âge était de 37,7 ans. Les techniciens de santé étaient les plus nombreux dans 31,3% des cas (Tabl. I).

12, 9% du personnel était fumeur et 13,2% des ex fumeurs (Arrêt moins de 6 mois) (Tabl. II). Le début du tabagisme se situait entre 16 et 20 ans pour 76,9% des fumeurs ; 83% des fumeurs fumaient au moins 10 cigarettes par jour et 44,6% d'entre eux fumaient nécessairement dans les cinq premières minutes après leur réveil. Le score de Fagerstrom (dépendance) a donné une dépendance faible chez 17% de nos sujets, moyenne chez 55,2% et forte chez 27,8%. 83,1% des fumeurs n'éprouvaient aucune difficulté de s'abstenir de fumer dans les endroits interdits. 75% du personnel fumeur a tenté au moins une fois d'arrêter de fumer (Tabl. III) ; la principale raison invoquée est la culpabilisation dans 45,5% suivie de la peur des maladies dans 42,4%. 95,6% de tout le personnel pensait que leur rôle est d'aider les autres à arrêter de fumer et dans 75,5% ils pensaient avoir de l'influence sur les fumeurs pour l'aide au sevrage, plus de la moitié des fumeurs partageait cet avis, contre 70% des ex-fumeurs et 90% des non fumeurs (fig. 1)

## Commentaires

Dans 73,9% des cas les fumeurs étaient de hommes cela est en concordance avec l'ancienne opinion qui considérait le tabac comme marque de virilité mais depuis le tabagisme se féminise de plus en plus.

La tranche d'âge la plus touchée était comprise entre 25 et 44 ans (72% des sujets), tandis que 60% des sujets de N'Diaye et coll. [6] avaient un âge compris entre 30 et 40 ans. La catégorie socioprofessionnelle la plus représentée était celle des paramédicaux (80,72%). Ceci pourrait s'expliquer par la prédominance de ce type de personnel au niveau des services. Nous avons retrouvé 12,9% de fumeurs, 13,2% d'ex-fumeurs et 73,9% de non-fumeurs. Alaoui et coll. [7] ont retrouvé 14,9% de fumeurs, 7,6% d'ex-fumeurs et 77,5% de non fumeurs. Nassaf et coll. [8] avaient trouvé 7% de fumeurs. L'âge de début du tabagisme chez nos sujets, était compris entre 16 et 20 ans. Cette précocité était retrouvée dans d'autres études (4, 8). Taieb et coll. [9] avaient retrouvé un âge de début du tabagisme chez des sujets de plus de 18 ans. Le score de Fagerstrom nous avait permis d'apprécier le degré de dépendance au tabac de nos fumeurs. La dépendance était faible chez 17% de nos sujets, moyenne chez 55,2% et forte chez 27,6%. Plus de la moitié de nos tabagiques avaient arrêté de fumer, et parmi les raisons d'arrêt évoquées, la culpabilité occupait la première place dans (45,5%).

Les problèmes de santé étaient évoqués dans 58% des cas par Cooremann et coll. [10], dans 57% des cas par Samuels et coll. [11] et dans 63,3% des cas par Alaoui et coll. [7].

Plus de 95% du personnel pensait que son rôle est d'aider les autres à arrêter de fumer ; Chaibainou et coll. [12] allait dans le même sens et ils pensaient que le sevrage tabagique devrait être fait dans une consultation d'aide au sevrage tabagique, il devrait passer obligatoirement par des campagnes de sensibilisation surtout chez les jeunes.

## Conclusion

Le sexe masculin était le plus représenté avec 73,9% des cas ; la moyenne d'âge était de 37,7 ans. Les techniciens de santé étaient les plus nombreux dans 31,3% des cas (Tabl. I).

12, 9% du personnel était fumeur et 13,2% des ex fumeurs (Arrêt moins de 6 mois) (Tabl.



II).Le début du tabagisme se situait entre 16 et 20 ans pour 76,9% des fumeurs ; 83% des fumeurs fumaient au moins 10 cigarettes par jour et 44,6% d'entre eux fumaient nécessairement dans les cinq premières minutes après leur réveil.

Le tabagisme reste l'une des préoccupations majeures de l'OMS, avec des répercussions importantes sur la santé qui devraient aller en s'aggravant en raison de sa précocité, de sa féminisation et de sa délocalisation dans les pays en développement.

## BIBLIOGRAPHIE

1-Atlas, OMS P87-2003

2- Agence Française de sécurité sanitaire des produits sanitaires : Les stratégies thérapeutiques médicamenteuses et non médicamenteuses de l'aide à l'arrêt du tabac. Rev Pneumol Clin 2003 ; 59 : 291-34

3-Banque mondiale : Maîtriser l'épidémie, l'état et l'aspect économique de la lutte contre le tabagisme. Washington: Esteem, 2000; 143P

4-Aide mémoire N° 221 tabac et santé, OMS avril 1999

5- Stratégies publics consultants SARL : Etat des lieux du tabac au Mali (dec 2003).

6-Ndiaye M, Hane AA, Ndir M, Ba O, Diop-Dia D, Kandji M : Le tabagisme parmi les médecins exerçant à Dakar. Revu pneumol clin 2001; 57: 7-11

7-Alaoui Yazidi A, El Bazie M, El Meziane A:Tabagisme chez le personnel de santé au Maroc.5<sup>e</sup> Conférence Panafricaine de santé au travail.Tunis, 22 septembre-2 octobre 1999

8- Nassaf et coll. : Habitudes de fumer, attitudes et connaissances en matière de tabagisme des médecins internes et résidents du CHU de Ibn Rochd de Casablanca. RevMalRespir 2005 ; 22 :1S97

9-Taieb C, Piergiovani J, Mariono N : De la première cigarette à fumeur régulier. Rev Mal Respir 2005; 22:1s99

10-Cooreman J, Pretet, Levallois M, Marsac J, Perrize S: Le tabagisme chez les élèves infirmiers. Rev Mal Respir 1988; 5: 115-21

11-Samuels N: smoking among hospital doctors in Israel and their attitudes regarding anti-smoking legislation. Public health 1997; 111: 285-8

12-Chaibainou A, Sellam A, Achachi L : Evaluation du tabagisme en milieu pneumologique et cardiologique, 130 cas. Rev Mal Respir 2005 ; 22 : 1s101

**TABLEAU I : Répartition du personnel selon la profession**

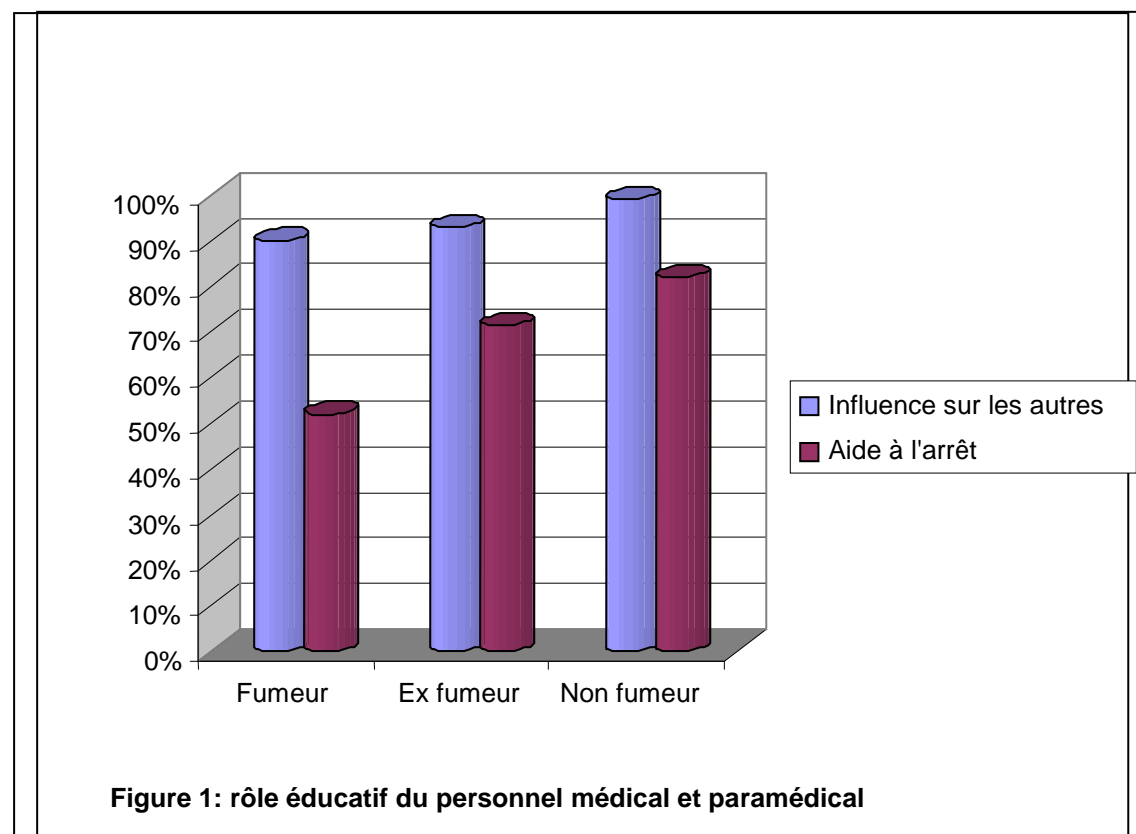
<i>Profession</i>	<i>effectif</i>	<i>Pourcentage</i>
Médecin	48	19,3
Technicien de surface	34	13,7
<b>Technicien de santé</b>	<b>78</b>	<b>31,3</b>
assistante sociale	21	8,4
Biologiste	3	1,2
Technicien sup. de santé	<b>61</b>	<b>24,5</b>
Technicien de laboratoire	4	1,6
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>100,0</b>

**TABLEAU II** : Répartition du personnel selon le comportement vis-à-vis du tabac

<i>Attitude</i>	<i>effectif</i>	<i>Pourcentage</i>
fumeurs	32	12,9
<b>Non fumeurs</b>	<b>184</b>	<b>73,9</b>
ex fumeurs	33	13,2
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>100,0</b>

**TABLEAU III** : Répartition du personnel selon le nombre de tentative d'arrêter de fumer

<i>Nombre d'essai</i>	<i>Fréquence</i>	<i>Pourcentage</i>
<b>1 fois</b>	<b>24</b>	<b>75,0</b>
2 fois	5	15,6
3 fois	2	6,3
4 ou plus	1	3,1
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100,0</b>



# Biorémédiation des biosolides contaminés de métaux lourds par la biosorption bactérienne et par les plantes hyperaccumulatrices

Samake M. , Qi - Tang Wu<sup>1</sup>, Cheng'ai Jiang<sup>1, 1</sup>, Schwartz C<sup>2</sup>, Morel J. L.<sup>2</sup>

## Résumé:

Des études sont menées sur la biosorption des métaux lourds dans un dispositif expérimental, leur extraction et la stabilisation de la boue par les plantes. Après mixage de l'air et de la boue activée, les concentrations en Cu, Zn, Ni et la demande chimique en oxygène (DCO) dans les réservoirs primaire et secondaire sont déterminées. *Thlaspi caerulescens*, hyperaccumulatrice de Cd et Zn a été cultivée en association avec le maïs céréale à faible pouvoir d'accumulation métallique, sur la boue de la station d'épuration de Datansha à Guangzhou (Chine). L'humidité; le taux de matière organique; les concentrations en métaux et éléments nutritifs; le nombre plus probable (NPP) d'*E. coli* et l'index de germination de cresson ont été déterminés sur la boue avant et après la culture; certains paramètres biométriques et les concentrations en métaux lourds des plants ont été évalués à la récolte. Le taux de retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification à 0,030 mg/L a permis d'extraire 85%, 63% et 40% de Cu, Zn et Ni, respectivement et diminué la DCO du système. La culture mixte en quatre mois a stabilisé la boue; baissé le NPP d'*E. coli* et élevé l'index de germination à 90%.

**Mots clés:** boue activée, métaux lourds, biosorption, stabilisation, plante hyperaccumulatrice

## Abstract

Experiments were carried out to study biosorption of heavy metals in the laboratory scale investigation, metal removal and sludge stabilization by hyper-accumulator plants. Mixed aeration activated sludge process was run, and the Cu, Zn, Ni and chemical oxygen demand (COD) removal by primary and secondary clarifier were determined. The Zn and Cd hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* was co-cropped with a Cu/Zn low-accumulating cultivar of corn in green house on the sewage sludge collected from Datansha Wastewater Treatment Plant of Guangzhou (China). The water; organic matter; heavy metals and nutrients contents; the *E. Coli* most probable number (MPN) and the cress seed germination index were monitored for the sludge samples before and after the experiment; the plant growth parameters and its heavy metals contents were determined. The waste activated sludge returned at the ratio of 0.030g/L removed in primary clarifier a total of 85%, 63% and 40% of Cu, Zn and Ni respectively and decrease the COD of the system. Co-cropping of hyperaccumulators with corn on the sludge could stabilize it at about four months; decrease the *E. Coli* most probable number (MPN) significantly and increase the cress seed germination index 90%.

**Keywords:** waste activated sludge, heavy metals, biosorption, stabilization, hyperaccumulator plant

---

<sup>1</sup>College des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Université Agricole du Sud de la Chine, 510642 Guangzhou,

<sup>2</sup>Lab. Sol et Environnement, ENSAIA/INRA, 54505 Vandoeuvre, France.

## I- INTRODUCTION

Dans beaucoup de pays en voie de développement comme la Chine, les eaux d'égouts municipales sont constituées par un mélange formé en général des eaux usées industrielles et domestiques. Elles renferment une quantité non négligeable de métaux lourds. En conséquence, les sédiments marins sur lesquels elles se déversent se trouvent contaminés (EPDHK, 1994). Les teneurs en Cu et en Zn des boues produites par les stations d'épuration des eaux usées dépassent fréquemment les normes standard prévues pour l'application agricole en Chine (Mo, et al., 2000; Wu, et al., 1992). En République Populaire de Chine, environ 10% seulement des eaux d'égouts municipales étaient traitées par 307 stations d'épuration à la fin de l'année 1999 avec une production journalière de 15 000 tonnes de boue. Depuis, les stations d'épuration des eaux usées ont augmenté nettement leurs activités en traitant 40% des eaux usées en 2005 conformément au plan prévu par le gouvernement chinois (EPAC, 2000), pendant que l'épandage des boues dans les champs agricoles comme fertilisants, principale méthode de leur gestion dans les pays industrialisés connaît des limites (Smith, 2000).

Plusieurs travaux ont montré que les boues activées sont capables d'être soumises à la biosorption bactérienne (Bux, et al., 1996; Kasan, et al., 1993; Lester, et al., 1983; Petrusek, et al., 1993), c'est à dire à l'aptitude de certaines biomasses bactériennes inactives ou mortes de retenir et de concentrer de manière selective et importante les ions métalliques contenus dans les effluents industriels ou tout autre milieu liquide pollué même fortement dilué. L'application de la technique de biosorption pour extraire le métal de la boue retient de plus en plus l'attention (Marques, et al., 2000; Vecchio, et al., 1998). Le retour d'une partie de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification pour soustraire le métal de la boue primaire est innovateur et économique. Dans le but d'évaluer la faisabilité du concept, des recherches ont été menées dans le laboratoire pour déterminer la proportion convenable de boue activée qui doit être retournée dans le réservoir primaire de clarification afin de soustraire efficacement le métal à moindre coût.

Pour toute station d'épuration des eaux usées ne comportant pas de réservoir primaire de clarification, la boue produite doit être traitée nécessairement pour réduire sa toxicité. En outre, le présent travail étudie la phytoextraction des métaux lourds dans la boue par la plante *Thlaspi caerulescens* (Baker, et al., 1994; Schwartz, et al., 1999) en association de culture avec une autre plante, *Zea mays*. Son but est de réaliser la stabilisation simultanée de boue et le l'extraction du métal.

## II – MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Origine et caractéristiques de la boue activée

La boue activée utilisée dans les recherches au niveau du laboratoire a été prélevée dans le réservoir secondaire de sédimentation de la station d'épuration des eaux usées de Datansha à Guangzhou. Le tableau 1 ci-dessous résume les résultats d'analyses chimiques de cette boue.

Tableau 1: Analyses chimiques des échantillons de boue étudiée

	pH	H <sub>2</sub> O (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	SV (g/kg)	N-T (g/kg)	P-T (g/kg)
Boue activée	6,80	860	1830	2288	360	510	38,2	15,12
Boue déshydratée	5,82	800	210	1511	191	374,0	19,2	38,4

SV: Solides volatils ; N-T: Azote total ; P-T: Phosphore total

### 2.2 Préparation d'eau usée pour test

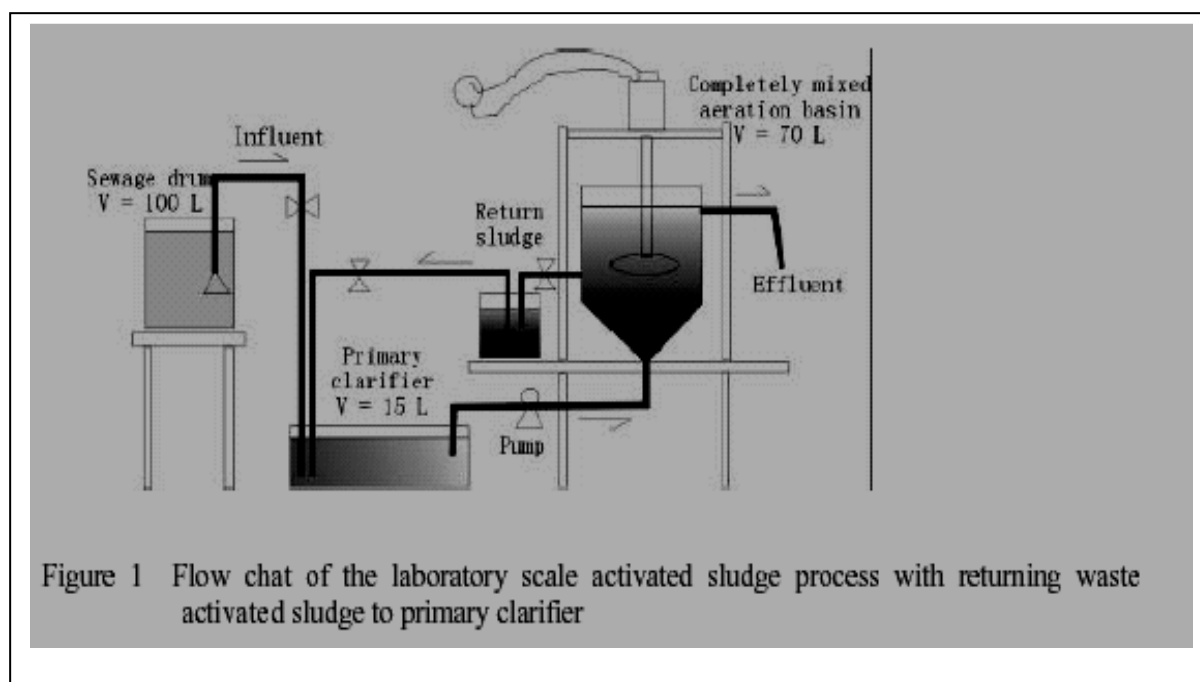
La composition de l'eau usée obtenue par synthèse a été établie sur la base de celle des eaux usées rentrant dans la station d'épuration de Datansha à Guangzhou comme l'indique le Tableau 2. Les métaux étudiés sont Cu<sup>2+</sup> et Ni<sup>2+</sup>, en raison de leurs teneurs relativement élevées dans les effluents et les boues produites par cette station.

Tableau 2: Composition de la boue de synthèse (mg/L, excepté pour le pH)

Composition	Concentration	Réactifs	Quantité ajoutée
PH	6,7		
SS	120	Amylum	120
DCO <sub>cr</sub>	160	Glucose-glutamic acid + potassium phthalate	40 +85
N-T	24	NH <sub>4</sub> Cl	91,6
P-T	2,31	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O	17
Fe <sup>2+</sup>	2,14	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	10
Ca <sup>2+</sup>	18,2	CaCl <sub>2</sub>	50
Mg <sup>2+</sup>	2,90	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	30
Na <sup>+</sup>	118	NaCl	300
Cu <sup>2+</sup>	0,131	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,515
Zn <sup>2+</sup>	0,502	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	2,22
Ni <sup>2+</sup>	0,157	NiCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,636

### 2.3 Montage du dispositif et son fonctionnement avec ou sans retour de la boue activée

Un dispositif monté au laboratoire et adapté au processus d'activation de la boue est représenté par la Figure1. Dans un premier temps, afin de disposer de la boue activée en permanence, environ 15 litres de boue d'égouts provenant de la station d'épuration de Datansha ont été placés dans le réservoir contenant un mixage d'air et de boue. L'activation dans le système commence quand de l'eau usée synthétisée provenant de la cuvette entreposée arrive par suite de pompage dans le réservoir d'aération pour une durée de 20 heures par jour. Les solides en suspension dans le liquide de mixage (MLSS) à l'intérieur du réservoir d'aération et la DCO de l'eau sortant du système sont déterminés deux fois par jour. Le séjour de la boue se poursuit jusqu'à ce que les MLSS dans le réservoir d'aération et la DCO de l'eau sortant du système se stabilisent (Zhang, et al., 1996). Six jours de fonctionnement du système permettent d'obtenir des résultats avec le non retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification (Tableau 3).



Dans un deuxième temps, la boue activée est retournée dans le réservoir primaire de clarification où le temps de rétention est de 1 heure. Des recherches sont d'abord entreprises sur la proportion de 1/7 (0,017 g/L) de boue activée retournée; puis sur celle de 1/4 (0,030 g/L) retournée conformément aux expériences précédentes (Wu, et al., 2000). Toutes les 4 heures, des échantillons sont prélevés dans les eaux à l'entrée et à la sortie du réservoir d'aération d'une part et dans les eaux de la cuvette entreposée d'autre part. Ces échantillons sont réfrigérés jusqu'au moment de leur analyse. La demande chimique en oxygène (DCO), les concentrations en  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{Ni}^{2+}$  dans les eaux à l'entrée et la sortie et les MLSS dans le réservoir d'aération sont mesurés conformément aux méthodes standard (APHA, 1995).

### 2.3 Association de cultures *Thlaspi caerulescens*-*Zea mays* (maïs) sur la boue de traitement des eaux usées

Cinq kilogrammes de boue fraîche déshydratée ont été introduits dans chacun des 16 pots pour les quatre traitements suivants:

- traitement *Thlaspi caerulescens* : Quatre jeunes plants de *Thlaspi* âgés d'un mois ont été plantés dans chacun des 4 pots;
- traitement *Zea mays* (maïs): quatre graines de maïs ont été semées dans chacun des 4 pots et seuls 2 plantules ont été laissées pour se développer par pot;

- traitement *Thlaspi caerulescens*-*Zea mays*: Quatre jeunes plants de *Thlaspi* âgés d'un mois ont été plantés dans chacun des 4 pots et 4 graines de maïs semées dans les pots où seules 2 plantules ont été laissées pour se développer;
- contrôle: les quatre pots n'ont rien reçu.

Chaque traitement a été répété quatre fois et les 16 pots ont été placés au hasard dans la serre. L'ensemble des pots a été régulièrement arrosé pour permettre aux plantes de croître et de se développer. Sur l'ensemble des traitements, *Thlaspi caerulescens* et *Zea mays* ont été récoltés 95 jours et 110 jours respectivement après le début de la culture. A la fin des expériences, la teneur en eau; le taux de matières organiques; les concentrations en Cu et Zn disponibles; les taux d'éléments nutritifs: azote total (Nt), phosphore total (Pt) et potassium total (Kt); le NPP d'*E. coli* et l'index de germination des graines de cresson, *Lepidium sativum*, *L.* (Zucconi, et al.,1981) ont été déterminés sur la boue utilisée conformément aux méthodes conventionnelles (Page, et al.,1982). Les graines de maïs récoltées ont été analysées aussi pour déterminer leurs concentrations en Cu et Zn.

### **III RESULTATS**

#### **3.1 Fonctionnement du système avec le non retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification**

Les résultats ci-dessous mentionnés dans le Tableau 3 indiquent que le système s'est stabilisé graduellement peu de temps après le début du fonctionnement. Le taux de diminution de la demande chimique en oxygène (DCO) dans le système a atteint 53%; les MLSS dans le réservoir d'aération 2,3 g/L. Quant aux taux moyens d'extraction de  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{Ni}^{2+}$ ; ils atteignent 62%, 46% et 29% respectivement.



Tableau 3: Résultats du fonctionnement du système de traitement d'égout avec le non retour de la boue activée

Date	DCO (mg/L)		MLSS (g.L <sup>-1</sup> )	Cu <sup>2+</sup> (mg/L)		Zn <sup>2+</sup> (mg/L)		Ni <sup>2+</sup> (mg/L)	
	"in"	"out"		"in"	"out"	"in"	"out"	"in"	"out"
15/12	151	86		0,170	0,043	0,498	0,258	0,172	0,114
16/12	154	76	1,546	0,155	0,030	0,532	0,258	0,154	0,110
17/12	158	81	1,898	0,156	0,072	0,524	0,286	0,170	0,112
18/12	145	68	2,288	0,142	0,072	0,566	0,316	0,149	0,112
19/12	161	69	2,171	0,118	0,050	0,592	0,361	0,162	0,122
20/12	151	69	2,225	0,138	0,065	0,570	0,292	0,165	0,115
21/12	155	65	2,261	0,146	0,060	0,581	0,301	0,153	0,110
Moyenne	154	73	2,307	0,146	0,056	0,552	0,296	0,161	0,114
% d'extr.	53			62		46		29	

Note: "in": eaux rentrant dans le système; "out": eaux sortant du système

### 3.2 Efficacité d'extraction des polluants avec le retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification

Le taux d'extraction des métaux et de la DCO avec le retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification dans la proportion de 1/7 (0,017 g/L) sont indiqués dans le Tableau 4. La quantité de DCO soustraite et celle de Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> et Ni<sup>2+</sup> extraite dans le système connaissent une augmentation, respectivement de 4%, 15%, 9% et 4%, comparés aux résultats obtenus avec le non retournement de boue activée. Avec l'augmentation de la proportion à 1/4 (0,030 g/L) de la boue activée retournée dans le réservoir primaire, les taux d'extraction de la DCO, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> et Ni<sup>2+</sup> augmentent encore de 12%, 8%, 8% et 7% respectivement. Soit au total 16%, 23%, 17% et 11% les taux d'augmentation d'extraction de ces éléments respectifs, donc plus élevés que les taux obtenus dans le système de traitement avec le non retour. Dans les conditions expérimentales, le retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification dans la proportion de 1/4 (0,030 g/L) extrait 59%, 39% et 20% de Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> et Ni<sup>2+</sup> respectivement (Tableau 5). Ces résultats constituent la preuve que l'amélioration efficace de toutes les extractions se produit principalement dans le réservoir primaire de clarification. L'extraction du métal dans le réservoir d'aération diminue si l'on compare ces résultats obtenus avec ceux du système sans processus de retour car les concentrations des métaux dans le courant d'eau rentrant dans ce réservoir diminuent par suite de retour de la boue. De plus, le retour de la boue est

aussi un procédé qui améliore la diminution de la DCO.

Tableau 4: Effets du retour de la boue activée dans la proportion de 0,017 g/L sur l'extraction des métaux lourds et la diminution de la DCO

Durée	Cu <sup>2+</sup> .mg/L			Zn <sup>2+</sup> .mg/L			Ni <sup>2+</sup> .mg/L			DCO.mg/L		
	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>
t=8h	0,186	0,117	0,048	0,478	0,350	0,226	0,149	0,138	0,109	171	158	79
t=12h	0,138	0,094	0,042	0,478	0,345	0,215	0,148	0,125	0,103	178	161	79
t=24h	0,124	0,076	0,028	0,468	0,330	0,216	0,138	0,135	0,099	165	145	72
t=32h	0,138	0,076	0,028	0,467	0,332	0,210	0,140	0,129	0,095	165	145	66
t=36h	0,172	0,11	0,034	0,502	0,303	0,216	0,143	0,131	0,090	165	138	66
t=48h			0,034			0,207			0,084			69
Moy.	0,15	0,095	0,036	0,479	0,332	0,22	0,144	0,13	0,097	169	149	72
% d'extr.		38	77		31	55		8,3	33		12	57

Note: in''= eaux rentrant dans le système; out<sub>1</sub>= eaux sortant du réservoir primaire de clarification; out<sub>2</sub>=eaux sortant du réservoir secondaire de clarification

Tableau 5: Effets du retour de la boue activée dans la proportion de 0,03 g/L sur l'extraction des métaux lourds et la diminution de la DCO

Durée	Cu <sup>2+</sup> .mg/L			Zn <sup>2+</sup> .mg/L			Ni <sup>2+</sup> .mg/L			DCO.mg/L		
	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>	in''	out <sub>1</sub>	out <sub>2</sub>
t=8h	0,160	0,070	0,032	0,524	0,360	0,219	0,151	0,135	0,094	180	138	57
t=12h	0,163	0,062	0,028	0,524	0,350	0,224	0,157	0,125	0,099	178	135	50
t=24h	0,156	0,068	0,023	0,535	0,332	0,198	0,147	0,114	0,080	171	126	47
t=36h	0,145	0,056	0,022	0,520	0,318	0,186	0,137	0,125	0,086	160	141	47
t=48h	0,152	0,058	0,015	0,545	0,302	0,180	0,168	0,103	0,093	178	125	40
t=56h	0,154	0,064	0,018	0,530	0,286	0,181	0,147	0,120	0,078	165	124	43
Moy.	0,154	0,063	0,023	0,531	0,325	0,198	0,151	0,120	0,088	172	131	47
%d'extr.		59	85		39	63		20	40		24	73

Note: in''= eaux rentrant dans le système; out<sub>1</sub>= eaux sortant du réservoir primaire de clarification; out<sub>2</sub>=eaux sortant du réservoir secondaire de clarification

### 3.3 Effet de l'association de cultures (*Thlaspi caerulescens-Zea mays*) sur la boue et l'extraction des métaux

Les résultats indiqués dans le Tableau 6 montrent que la boue avec des plants de *Thlaspi caerulescens* présente un bon index de germination, ce qui est un signe de diminution de toxicité métallique; les graines de maïs récoltées renferment un faible pourcentage d'eau, donc elles sont bien mûres; le NPP d'*E. coli* a été rabattu de façon drastique, un bon signe dans le cadre de l'assainissement de la boue. De même, l'association de cultures *Thlaspi caerulescens-Zea mays* donne une meilleure forme de stabilisation de la boue que tous les autres traitements; elle entraîne une diminution beaucoup plus grande des concentrations de Cu et Zn (DTPA-extractable) disponibles dans la boue plus que la monoculture. Les concentrations en Cu et Zn contenus dans les graines de maïs récoltées sur la boue sont conformes aux normes standard pour les céréales en Chine (Cu<10 mg/kg).

Tableau 6: Effet de l'association de cultures (*Thlaspi caerulescens-Zea mays*) sur la boue et l'extraction des métaux

Paramètres étudiés		Traitements			
		Sans plante	Thlaspi caerulescens	Thlaspi c.+Zea mays	Zea mays
Index de germination(%)	Moyenne	69,65	97,30	92,69	74,94
	Déviati on std	17,75	16,77	13,07	25,71
Contenu en eau (%)	Moyenne	51,12	53,06	39,84	46,94
	Déviati on std	14,37	6,12	2,44	9,58
E. coli (10 <sup>6</sup> NPP/g)	Moyenne	4,588	3,022	0,318	0,176
	Déviati on std	0,475	1,505	0,0594	0,113
Cu disponible (mg/kg)	Moyenne	56,00	48,74	39,6	40,29
	Déviati on std	2,933	13,19	13,15	8,138
Zn disponible (mg/kg)	Moyenne	729,70	712,90	579,0	644,4
	Déviati on std	15,44	54,33	92,74	37,97
Cu - graine de maïs (mg/kg)	Moyenne			3,019	3,665
	Déviati on std			0,8838	0,6690
Zn - graine de maïs (mg/kg)	Moyenne			53,92	54,44
	Déviati on std			6,483	9,208

#### IV DISCUSSION

Cette étude sur l'extraction de trois métaux lourds à savoir le Cu, Zn et Ni de l'eau d'égout de synthèse par la boue activée a été réalisée dans le laboratoire grâce au processus de retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification. Les taux d'extraction de ces trois métaux se sont montrés inférieurs à ceux trouvés dans d'autres expériences (Wu, et al., 2000). La raison de cet état de fait serait due en partie aux meilleures conditions dans lesquelles ces expériences ont été réalisées, notamment un bon mixage de la boue activée avec les égouts. Toutefois, les résultats obtenus indiquent que le retour de la boue activée à partir du réservoir secondaire vers le réservoir primaire de clarification du système de traitement des eaux usées est plus pratique pour réduire de façon significative les concentrations de Cu et Zn du flux rentrant dans le réservoir de réaction. La boue secondaire obtenue est moins toxique. Ce concept pourrait permettre d'éviter les réactions biochimiques résultantes de la toxicité des métaux, phénomène qui se produit dans certaines stations d'épuration (Chua, 1997). Le coût de l'opération n'est pas trop élevé à cause de la boue activée disponible au sein de la même station d'épuration. Toutefois, le coût exact et les paramètres opérationnels appropriés du dit concept doivent être maîtrisés par une étude plus approfondie.

Les résultats obtenus dans les expériences de plantes en pots montrent que la stabilisation de la boue peut se réaliser de façon convenable, conformément aux observations précédentes faites sur la boue déshydratée du sud de la Chine, stabilisation faite par les plantes dans un délai de trois à sept mois (Samaké, et al., 2003). Les concentrations métalliques phyto-disponibles estimées à partir de l'extraction du Cu et Zn par le réactif DTPA, diminuent aussi de façon significative dans la boue ayant servi à l'association de cultures. De plus, ce procédé produit des grains de maïs faiblement concentrés en métaux lourds, ce qui pourrait compenser la relative longue période du déroulement de la phytoremédiation des boues contaminées par les métaux lourds. Il serait encore plus intéressant d'étendre cette expérience en cultures de champ tout en essayant d'autres combinaisons de cultures pour atteindre la restauration dans une période acceptable.

Comparativement à d'autres méthodes d'extraction des métaux de la boue produite par la station d'épuration, tels que le lessivage (Cheung, 1988; Wu, et al., 1998), le lessivage après l'intervention des bactéries (Tyagi, et al., 1993, 1998), la méthode de phytoremédiation proposée ici permet d'épargner des produits chimiques dont on a besoin pour faire le traitement classique, et de diminuer le coût des investissements qu'il faut consentir pour avoir les installations nécessaires. En plus, cette méthode stabilise en même temps la boue brute sans avoir recours à d'autre forme de re-déshydratation. Elle est moins coûteuse que la fabrication du compost à l'air libre en zone rurale du fait qu'elle n'utilise pas de matières organiques sèches et ne consomme

pas d'énergie. Par le passé, l'extraction approfondie des métaux par les méthodes physico-chimiques en dessous d'une concentration de 1 mg/kg était difficile (Kasan, 1993). La biosorption de la boue activée peut atteindre ce but et en faisant retourner la boue activée dans le réservoir primaire de clarification les résultats se montrent plus bons que dans bien d'autres procédés de traitement opérationnels, tels que la "période de rétention du solide" (SRT), les solides en suspension dans le liquide de mixage (MLSS), et les modifications de l'index du volume de boue (SVI) de Elenbagon, et al., (1987) et de Lester (1983).

## V CONCLUSION

La rémediation des déchets biosolides contaminés de métaux lourds par la biosorption bactérienne est un procédé qui permet d'extraire les métaux lourds à par suite de retour de la boue activée dans le réservoir primaire de clarification. Toutefois, les résultats dépendent surtout de la proportion de boue retournée dans le réservoir lors du traitement des eaux d'égout. Ainsi, lorsque cette proportion de boue retournée est de 0,03 g/L, les taux d'extraction de  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{Ni}^{2+}$  sont 59%, 39% et 20% respectivement, avec une diminution de 24% de DCO, contre 38%, 31% et 8,3% respectivement pour les mêmes éléments et une diminution de la DCO de 12% pour la proportion de 0,017 g/L de boue activée retournée. La culture de *Thlaspi*, plante hyperaccumulatrice sur la boue entraîne une diminution de sa toxicité (index de germination: 90%) et une baisse du NPP d'*E. coli*. Quant à l'association de cultures *Thlaspi*-maïs, elle permet d'obtenir la meilleure forme de stabilisation de boue avec moins de métaux disponibles pour les plantes; les grains produits présentent une teneur en Cu et Zn conforme aux normes standard des céréales en Chine. Une telle association de cultures pourrait compenser la relative longue période de rémediation de boue par les plantes. Des efforts doivent être orientés vers la recherche d'une meilleure combinaison de cultures qui pourrait simultanément stabiliser la boue et extraire les métaux lourds dans un délai acceptable.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par les Fondations des Sciences Naturelles et de la Protection de l'Environnement de la Province de Guangzhou en République Populaire de Chine et le Programme Chine-France des Recherches Avancées (PRA-1999-E-02). Que les organisations financières trouvent ici leurs remerciements.

## LES RÉFÉRENCES

- APHA (American Public Health Association). 1995. *Standard Methods for the Examination of Water And Wastewater* 19th edition. Washington, DC.
- Baker, A. J. M. Reeves, R D and Hajar, A. S. N. 1994. Heavy metal accumulation and tolerance in British populations of the metallophyte *Thlaspi caerulescens*. *New Phytol.* 127; 61-68.
- Bux, F. and Kasan, H. C. 1996. Assessment of wastewater treatment sludges as metal biosorbents. *Res. Environ. Biotechnol.* 1: 163-177
- Cheung, Y H. 1988. Acid treatment of anaerobically digested sludge: Effect on heavy metal content and dewaterability. *Environ. Intl.* 14: 553-557.
- Chua, H. 1997. Organic adsorption capacity and organic removal efficiency of activated sludge under the effect of a trace metal. *J. IES in Chem. Eng.* 37: 45-48.
- Elenbogen, G. Sawyer, B. Lue-Hing, C. Rao, K C. and Zenz, D R. 1987. Studies of the uptake of Heavy metals by activated sludge. In: *Metal Speciation, Separation and Recovery*. Patterson, J. W. and Passino, R. eds. Lewis Publishers, Inc., Michigan, USA.
- EPAC (Environ. Prot. Agency of China). 2000. *Environmental Protection Planning for 2005 and 2010*. (in Chinese), p. 72. Beijing: Environ. Sci. Press of China.
- EPDHK (Environmental Protection Department of Hong Kong). 1994. *Marine Water Quality in Hong Kong for 1993*. p. 35.
- Kasan, H. C. (1993). The role of waste activated sludge and bacteria in metal-ion removal from solution. *Environ. Sci. Technol. (General Reviews)* 23, 79-117
- Lester J. N. 1983. Significance and behaviour of heavy metals in waste water treatment process: Sewage treatment and effluent discharge. *Sci. Tot. Environ.* 30, 1-44.
- Marques, P A, Rosa, M. F. and Pinheiro, H. M. 2000. pH effects on the removal of Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> from aqueous solution by waste brewery biomass. *Bioprocess Eng.* 23, 135-141.
- Mo, C. H., Wu, Q. T. and Cai, Q. Y. 2000. Influence of Land Application of Municipal Sludge on Urban and Agricultural Sustainable Development. *Chinese J. Appl. Ecol.* (in Chinese) 11: 157-160.
- Page, A. L., Miller, R. H., and Keeney, D. R. 1982. *Method of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. ASA, SSSA Publ., Madison, Wisconsin, USA.
- Petrasek, A. C., Irwin, Jr. and Kugelman, I. J. 1993. Metals removals and partitioning in conventional wastewater treatment plant. *J. Water Pollut. Control Fed.* 55, 1183 - 1189.
- Samake M., Wu, Q. T., Mo, C. H., Morel, J.L. (2003). Plants grown on sewage sludge in South China and its relevance to sludge stabilization and metal phytoextraction.. *J. Environ. Sci.*, 15, 622 – 627.

- Schwartz, C., Morel, J. L., Saumier, S., Whiting, S. N. Baker, A..J. M. 1999. Root development of the Zn hyperaccumulator plant *Thlaspi caerulescens* as affected by metal origin, content and localization in soil. *Plant and Soil*, 208:103-115.
- Smith, S. R. 2000. Environmental aspects of land application of biosolids. Proc. Intl. Workshop on Biosolid Management and Utilisation. Nanjing, China, p.220-242.
- Tyagi, R. D., Blais , J. F., Auclair., J. C., Meunier, N. 1993. Bacterial leaching of toxic metals from municipal sludge: influence of sludge characteristics. *Water Environ. Research*, 65, 196-204.
- Tyagi, R. D., Sreekrishnan, T. R., Blais , J. F. 1998. Effect of dissolved oxygen on sludge acidification during the SSDML-process. *Wat. Air & Soil Pollut.* 102: 139-155
- Vecchio, A., Finoli, C., Di Siminem, D. and Andreoni, V. 1998. Heavy metal biosorption by bacterial cells. *J. Anal.Chem.* 361, 338-342.
- Wu, Q. T., Lin, Y., and Zheng, X. E. 1992. Application of sewage sludge in making compound fertilizers. *China Water Wastewater*, (in Chinese), 8: 20-21.
- Wu, Q. T., Nyanrendege P. and Mo, C. H. (1998). Removal of heavy metals from sewage sludge by low costing chemical method and recycling in agriculture. *J. Environ. Sci.* 10, 122-128.
- Wu, Q. T., Jiang, C. A. and Lo, W. H. 2000. Application of biosorption of heavy metals by surplus activated sludge in reducing metal concentrations of sewage sludge. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 20:651-653.
- Zhang, F. J. 1996. *Laboratory Manual of Water Pollution Control Engineering*. (In Chinese) Beijing: Higher Education Press.
- Zucconi, F., Forte, M. and De Bertoldi, M. 1981. Evaluating toxicity of immature compost. *Biocycle*. 22: 54-57

## IMPACT DES LIGNEUX SUR LA BIOMASSE MICROBIENNE DANS LES AGRO-SYSTEMES DE TROIS ZONES AGRO-ECOLOGIQUES DU MALI.

Fassé SAMAKE<sup>1</sup>, Marc NEYRA<sup>2</sup>, Messaoud LAHBIB<sup>3</sup>,

### RESUME

Dans les agro-systèmes du Mali, plusieurs espèces ligneuses sont conservées. Entre ces espèces et la microflore du sol s'établissent des interactions indispensables au fonctionnement de l'écosystème. Dans cette étude l'impact de l'arbre sur la flore microbienne a été estimé, en mesurant la biomasse microbienne totale des sols prélevés sous huit espèces ligneuses fréquentes dans les champs, par la technique de la fumigation-extraction.

Il apparaît que l'impact de l'arbre sur la microflore bactérienne du sol dépend de la zone climatique et de l'espèce. Suivant leur impact sur la microflore, les espèces ligneuses des agro-systèmes étudiés ont été classées en trois groupes : les espèces stimulatrices *Acacia albida*, *Pterocarpus erinaceus* et *Balanites aegyptiaca* de la microflore, qui augmentent de façon significative la biomasse microbienne au voisinage immédiat de l'arbre ; les espèces neutres qui n'induisent aucune variation significative de la biomasse sous leur houppier telles que *Vitellaria paradoxa* et *Sclerocaria birrea* ; les espèces inhibitrices, qui réduisent de façon significative la biomasse sous leur houppier : cas de *Parkia biglobosa* .

Mots clés : Biomasse microbienne, ligneux, impact, distribution , microflore, agro-systèmes, Mali

---

<sup>1</sup>Laboratoire de Microbiologie Appliquée (LMA), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université de Bamako, BP. E 3206 Bamako. EMAIL: faziesamake@yahoo.fr

<sup>2</sup>Laboratoire Commun de Microbiologie (LCM) IRD, ISRA et UCAD, Dakar, Sénégal.

<sup>3</sup>Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), BP. E 475 Bamako.



## SUMMARY

In the agro-systems of Mali, several woody species are preserved. Between these species and the telluric micro organisms, interactions are established which are essential to the operation of the ecosystem. In this study the impact of the tree on the microbial flora was estimated, by measuring the total microbial biomass of the soil samples taken under eight frequent woody species in the fields, fumigation-extraction method.

We showed that the impact of the trees on soil microbial community depends on the climatic zone and the species. According to their impact on soil microbial community, the woody species in agro-systems concerned in this study were classified in three groups: stimulating species as *Acacia albida*, *Pterocarpus erinaceus* and *Balanites aegyptiaca*, which increase significantly the microbial biomass in the vicinity of the tree; neutral species which do not induce any significant variation of the microbial biomass under their canopy such as *Vitellaria paradoxa* and *Sclerocaria birrea*; inhibiting species, which reduce significantly the microbial biomass under their canopy such as *Parkia biglobosa*.

**Key words:** Microbial biomass, woody species, impact, distribution , microbial flora, agro-systems, Mali.

## I- INTRODUCTION

L'influence de certaines espèces ligneuses sur la fertilité des sols a été démontrée dans certaines régions de l'Afrique. Ainsi Jung (1970) a montré que, l'influence d'*Acacia albida* sur le sol se manifeste, quelle que soit la saison, par un relèvement général de l'activité microbienne et des composantes de la fertilité qui à son voisinage se trouvent améliorées de façon significative.

L'intérêt de ces espèces est connu tant par leur valeur fourragère pour certaines que par leur valeur culinaire et cosmétique pour les autres. En Afrique occidentale, l'aménagement d'un champ ne consiste pas à éliminer l'arbre des espaces de cultures, mais au contraire de l'associer (Pélissier, 1980). Dans ce système d'utilisation des terres, les végétaux ligneux sont délibérément conservés en association avec les cultures (Bonkounou *et al.*, 1997). Le sol constitue pour le sahélien le capital le plus précieux. C'est en effet du sol que les paysans tirent l'essentiel de leurs ressources alimentaires et financières (Cissé et Touré, 1991). Les sols sont caractérisés par leur pauvreté en matière organique (< 1%) et en phosphore et en azote. Des tentatives

intéressantes effectuées en vue d'augmenter les rendements ces derniers temps ne manquent pas ; c'est le cas de l'utilisation d'engrais chimiques (Silguy, 1991) et du projet jachère (Talineaux et Hainnaux, 1974). La végétation ligneuse naturelle déjà existante qui joue un rôle important dans le maintien et la reconstitution de la fertilité des sols à travers la microflore du sol a été le plus souvent oubliée ou négligée. Très peu de travaux ont été conduits sur l'impact de l'arbre sur la structure et la distribution des bactéries dans l'espace.

Cependant, les transformations réalisées par les micro-organismes sont extrêmement nombreuses et leur importance n'est plus à démontrer. En ce qui concerne plus particulièrement les sols cultivés, les microbiologistes pensent depuis longtemps que le niveau de la biomasse microbienne et son activité représentent des composantes majeures de la notion de fertilité (Chaussod et Nicolardot, 1982). La biomasse microbienne du sol est une composante essentielle de la plupart des écosystèmes terrestres parce qu'elle est responsable de la régularisation des cycles des éléments nutritifs, et agit comme la plus importante source d'éléments nutritifs disponibles pour les plantes. Et de plus en plus les études agronomiques des variations des stocks d'azote ou de matière organique dans le sol prennent plus ou moins explicitement en compte les aspects microbiologiques (Mary, 1978 ; Lefèvre *et al.*, 1985). Il serait donc intéressant de voir dans quelles proportions interagissent ces composantes dans les agro-systèmes au Mali.

La présente étude a pour objectif de déterminer les variations de la biomasse microbienne totale des sols cultivés soumis ou non à l'influence de l'arbre dans trois zones agro-écologiques du Mali.

## **II- MATERIEL ET MÉTHODES**

### **2-1 Description sommaire de la zone d'étude**

**2.1. 1. Sites d'études :** L'étude a été menée dans sept (7) sites repartis dans trois zones agro-écologiques du Mali suivant un gradient pluviométrique croissant du nord au sud (Tableau 1).

**2.1. 2. Choix des ligneux :** Neuf (9) espèces ligneuses (Tableau 1) ont été retenues selon la présence dans la zone, l'importance et la protection dans les agro-systèmes, la préférence par le paysan, l'isolement et la bonne forme de la couronne de l'arbre dans le champ (mesure dendrométrique).

### **2.2. Méthodes de prélèvement des échantillons**

**3Dispositif d'échantillonnage.** Dans un champ paysan, pour chaque espèce identifiée, 4 arbres ont été retenus. Sous chaque arbre retenu, un dispositif a été mis en place pour le prélèvement des échantillons de sols.

**4Technique de prélèvement.** Les échantillons de sols ont été prélevés sous le houppier d'un arbre adulte isolé, à différentes distances à l'arbre sur un transect et à différents niveaux de profondeur du sol. La distance ( $R/2$ ,  $R$ ,  $2R$ ,  $3R$  et  $>3R$ ) est déterminée en fonction du rayon  $R$  du houppier de l'arbre (où  $R$  désigne le rayon moyen de la

projection de la couronne de l'arbre sur le sol). La zone témoin supposée non soumise à l'influence du système racinaire de l'arbre se définit ici par la distance  $> 3R$ . Deux niveaux de profondeur du sol (0-25 cm et 25-50 cm) ont été choisis.

Tous les échantillons ont été prélevés en saison sèche (Mai). Au total 306 échantillons ont été constitués.

### **3. Détermination de la biomasse microbienne.**

La biomasse microbienne totale a été déterminée sur tous les échantillons concernés. Après une pré-incubation (10 jours) selon la méthode de Schinner *et al.* (1966), la biomasse totale est estimée par la méthode de fumigation extraction (Amato et Ladd, 1988) à partir du gain d'azote aminé libéré au cours d'une incubation de 10 jours en atmosphère saturée en chloroforme. Une chaîne Technicon II (Evolution II, Alliance-Instrument, France) a été utilisée afin d'automatiser les dosages. Les résultats sont exprimés en ( $\mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec)

### **4. Analyse statistique**

Le niveau de signification des différences entre les différents échantillons ou les différents traitements a été calculé par l'analyse de variance et le test fisher's LSD protected (Steel and Torie, 1982) en utilisant les logiciels : Statview et SuperANOVA.

## **III -RESULTATS**

Le tableau 1 représente les résultats des valeurs de la biomasse microbienne moyenne ( $\mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) des différents échantillons de sol prélevés en fonction des paramètres définis selon le dispositif adopté : sites retenus, espèces, distances et profondeur de sol.

**Tableau 1 :** Biomasse microbienne moyenne ( $\mu\text{g C/g}^{-1}$  de sol) déterminée sous différentes espèces ligneuses en fonction de la distance au tronc de l'arbre et de la profondeur de prélèvement.

Zone climatique	Site	Espèce	Profondeur (m)	R/2 M	ET	R M	ET	2R M
Aride (Mopti)	Tori	<i>Acacia albida</i>	0-0,25	32	11,58	23,25	13	15,75
			0,25-0,50	7,5	5,8	18	8,29	19
		<i>Balanites aegyptiaca</i>	0-0,25	41	30,83	30	24,62	18,25
			0,25-0,50	22	19,37	30,25	14,24	13
		<i>Sclerocaria birrea</i>	0-0,25	35	17,61	25,25	7,5	39
			0,25-0,50	12,5	15,24	23,75	18,06	21,25
	Lagassagou	<i>Prosopis africana</i>	0-0,25	5	6,27	24	6,27	11
			0,25-0,50	3	4,76	24,5	4,76	24,75
Semi-aride (Ségou)	Natia	<i>Sclerocaria birrea</i>	0-0,25	20,25	16,52	8,5	16,52	22
			0,25-0,50	14,25	21,19	13,75	21,19	2,5
	Sanogola	<i>Adansonia digitata</i>	0-0,25	14	11,34	13	14,54	27
			0,25-0,50	3,75	7,5	5,75	7,23	26,75
		<i>Vitellaria paradoxa</i>	0-0,25	28,5	27,44	17,75	13,33	57
			0,25-0,50	7,5	8,81	31	25,47	20,5
Humide (Koulikoro)	Digamba	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0-0,25	91,25	31,33	88,25	74,54	141,75
			0,25-0,50	143	51,98	166,5	50,96	109,75
	Gouani	<i>Parkia biglobosa</i>	0-0,25	77	45,2	79,25	45,2	94,5
			0,25-0,50	15	17,4	46,25	17,4	24
	Ouolodiedo	<i>Vitellaria paradoxa</i>	0-0,25	118,25	42,27	122	42,27	114,75
			0,25-0,50	68	57,84	46	57,84	57,5

M et ET désignent respectivement la moyenne et l'écart-type ; R représente le rayon du houppier de l'arbre.

Il ressort de l'analyse de ce tableau que la biomasse microbienne moyenne des sols étudiés est très variable d'une zone agro-écologique à une autre. Elle suit le gradient pluviométrique qui croît du nord au sud. Indépendamment de l'espèce, la biomasse microbienne apparaît plus élevée en zone humide (soudanienne) qu'en zones semi aride et aride (soudano-sahélienne et sahélienne). Sous les espèces des zones semi aride, la différence de la biomasse moyenne n'est pas significative ( $p = 0,2041$ ). Par contre, il existe une différence significative entre ces dernières et la zone humide (site de Gouani et Ouolodiedo).

Sous la même espèce, *Vitellaria paradoxa*, la différence de la biomasse est significative ( $p = 0,0001$ ). La biomasse microbienne moyenne la plus importante a été obtenue en zone humide (soudanienne) sous *Pterocarpus erinaceus* ( $123,50 \pm 53,94 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) alors que la plus faible valeur a été obtenue sous *Prosopis africana* ( $13,20 \pm 17,52 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) en zone aride site de Lagassagou.

**Tableau 2 :** Biomasse microbienne moyenne ( $\mu\text{g C/g}^{-1}$  de sol) par espèce et par zone climatique.

Zone climatique	Espèce	Biomasse microbienne moyenne ( $\mu\text{g C/g}^{-1}$ de sol)	Ecart-type
<b>Aride</b> (Mopti)	<i>Acacia albida</i>	19,25	11,49
	<i>Balanites aegyptica</i>	25,75	20,98
	<i>Sclerocaria birrea</i>	26,25	19,18
	<i>Prosopis africana</i>	13,21	17,53
<b>Semi-aride</b> (Ségou)	<i>Sclerocaria birrea</i>	13,54	16,41
	<i>Adansonia digitata</i>	32,45	26,29
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	15,04	15,09
<b>Humide</b> (Koulikoro)	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	123,5	53,94
	<i>Parkia biglobosa</i>	64	35,32
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	95,73	41,79

**Tableau 3:** Biomasse microbienne moyenne ( $\mu\text{g C/g}^{-1}$  de sol) par zone climatique.

M = moyenne et ET = écart-type.

Zone climatique	Biomasse microbienne moyenne ( $\mu\text{g C/g}^{-1}$ de sol)	
	M	ET
<b>Aride</b> (Mopti)	21,114	17,29
<b>Semi-aride</b> (Ségou)	20,344	19,26
<b>Humide</b> (Koulikoro)	94,408	43,81

D'une manière générale, la présence de l'arbre influence la quantité et la distribution de la microflore bactérienne de façon plus ou moins nette suivant les espèces et les conditions du milieu.

Cette influence se traduit par une différence plus ou moins significative entre les mesures de biomasse suivant qu'il s'agisse d'une mesure effectuée dans la zone d'influence de l'arbre ou hors de cette zone ou d'une mesure effectuée en surface ou en profondeur.

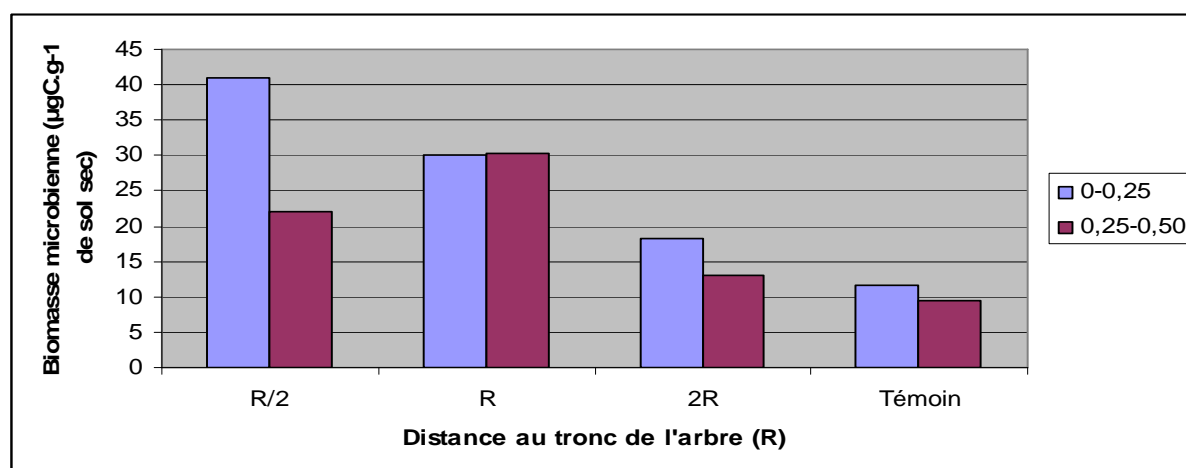
La biomasse microbienne sous *Acacia albida* est plus importante que celle du sol témoin ( $p = 0,0300$ ). *Acacia albida* stimule la flore microbienne dans son voisinage immédiat. Cette biomasse microbienne varie beaucoup dans la zone d'influence de cet arbre sans pour autant présenter une différence statistiquement significative entre les profondeurs 0-0,25 m et 0,25-0,5 m. De la même manière, elle varie en fonction de la distance au tronc de l'arbre.

Dans la zone d'influence de *Balanites aegyptiaca*, la biomasse microbienne est de  $25,75 \pm 20,98 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec contre  $8 \pm 13,86 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec pour le sol témoin (Tableau 1).

La biomasse des échantillons sous l'influence de l'arbre est plus importante que celle des échantillons témoins ( $p = 0,0339$ ).

Elle ne présente pas de différences significatives lorsque la profondeur varie ou lorsqu'on se trouve à différentes distances de l'arbre dans la zone d'influence.

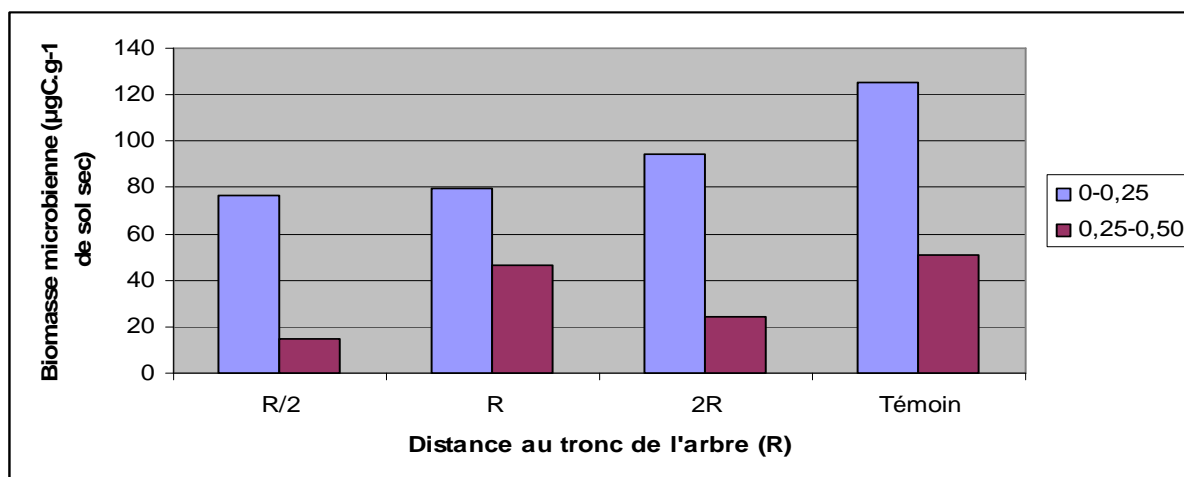
La biomasse microbienne sous *Pterocarpus erinaceus* apparaît plus importante ( $123,50 \pm 53,94 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) que celle du sol témoin ( $60,5 \pm 39,31 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) ( $P= 0,0055$ ). Comme *Acacia albida* et *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus erinaceus* stimule la flore microbienne dans son voisinage immédiat (Fig.1).



**Figure1** : Biomasse microbienne en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc de *Balanites aegyptiaca*

Sous *Prosopis africana*, la biomasse microbienne sous l'influence varie beaucoup ( $13,208 \pm 17,528 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) mais reste moins importante que celle du sol hors influence de *Prosopis africana* (sol témoin) ( $20,625 \pm 10,141 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec). Il apparaît que cette biomasse a tendance à augmenter lorsqu'on s'éloigne du tronc de l'arbre.

La biomasse microbienne moyenne sous *Parkia biglobosa* ( $64,000 \pm 35,316 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) est plus faible que celle du sol témoin ( $87,35 \pm 56,768 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec). La biomasse de la surface apparaît plus importante qu'en profondeur sous le houppier aussi bien qu'en dehors du houppier ( $p= 0,0396$ ). Les valeurs de la biomasse moyenne sous houppier et hors houppier de *Parkia biglobosa* à Gouani montrent une tendance bien tranchée de la distribution de la biomasse en fonction de la profondeur (Fig. 2). Toutefois cette biomasse microbienne varie dans la zone d'influence de cet arbre sans pour autant présenter une différence statistiquement significative en fonction des distances au tronc de l'arbre et tend à augmenter lorsqu'on s'éloigne du tronc de l'arbre. *Prosopis africana*, comme *Parkia biglobosa* exercent une action dépressive sur la biomasse microbienne dans sa zone d'influence (Fig. 2).



**Figure 2:** Biomasse microbienne en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc de *Parkia biglobosa*.

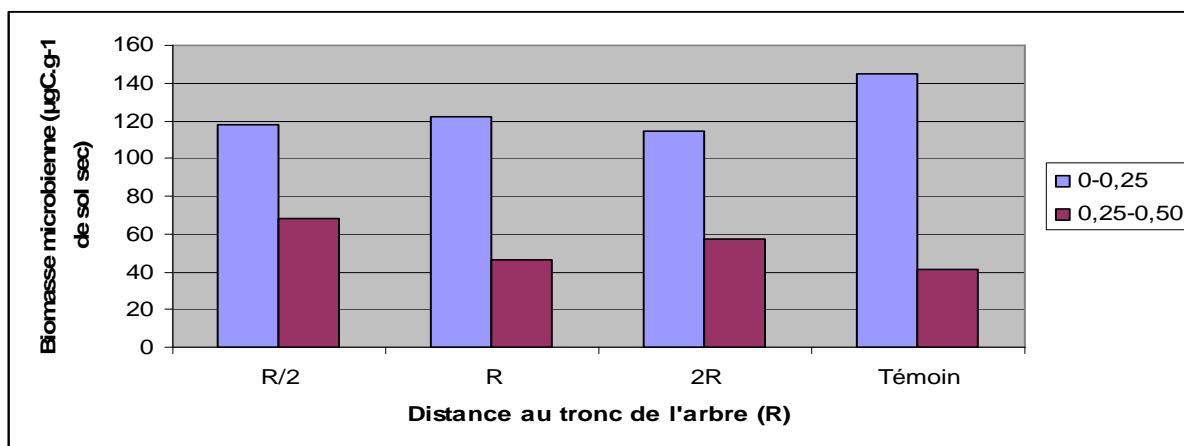
Les espèces *Sclerocaria birrea* et *Adansonia digitata* comme *Vitellaria paradoxa*, ne semblent pas modifier significativement la biomasse microbienne à leur voisinage.

Sous *Adansonia digitata*, la biomasse microbienne moyenne sous son l'influence ( $15,042 \pm 15,098 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) ne diffère pas significativement de celle du sol témoin ( $6,750 \pm 9,130 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) ( $p = 0,498$ ).

La biomasse augmente lorsqu'on s'éloigne du tronc de l'arbre tout en restant dans la zone d'influence de l'arbre. Les variations de la biomasse microbienne ne semblent pas être fortement liées à la présence de *Sclerocaria birrea* à Tori et Natia.

A Sanogola en zone semi-aride, la biomasse moyenne est relativement plus importante dans la zone d'influence de *Vitellaria paradoxa* ( $32,450 \pm 26,289 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) que dans le sol témoin ( $p = 0,037$ ). Sous *Vitellaria paradoxa* à Ouolodiédo en zone humide, la biomasse microbienne moyenne sous le houppier ( $95,727 \pm 41,785 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) ne diffère pas significativement de celle du sol témoin ( $93,125 \pm 60,546 \mu\text{gC.g}^{-1}$  de sol sec) ( $p = 0,833$ ).

La biomasse varie de façon significative en fonction de la profondeur du sol mais pas en fonction de la distance au tronc de l'arbre. La distribution de la biomasse est plus importante en surface qu'en profondeur du sol aussi bien sous le houppier qu'en dehors du houppier de *Vitellaria paradoxa*.



**Figure 3:** Biomasse microbienne en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc de *Vitellaria paradoxa*

#### IV- DISCUSSIONS

Notre étude montre que l'arbre, durant cette saison, n'a pas une action bien nette sur la microflore bactérienne du sol dans les agro-systèmes étudiés. Son rôle dans le relèvement général de la biomasse microbienne et des composantes de la fertilité à son voisinage ne se manifeste pas dans tous les cas de façon significative comme l'a montré Jung (1970). L'influence de certaines espèces légumineuses ligneuses sur la fertilité des sols a été démontrée dans certaines régions de l'Afrique. Ainsi, Jung (1970) a montré que l'influence d'*Acacia albida* sur le sol se manifeste, quelle que soit la saison, par un relèvement général de l'activité microbienne et des composantes de la fertilité de façon significative à son voisinage. Cependant, il a été démontré que ce sont les facteurs écologiques du sol qui gouvernent la biomasse microbienne du sol et qu'ils sont souvent la cause d'une bonne partie des variations spatiales et temporelles observées.

Les résultats de notre étude, montrent effectivement une augmentation de la biomasse microbienne moyenne suivant le gradient pluviométrique croissant du nord au sud. Cette biomasse microbienne induite par les différentes espèces ligneuses est significativement plus élevée en zone humide qu'en zone aride. C'est ainsi le cas de *Vitellaria paradoxa* sous lequel la variation importante de la biomasse microbienne moyenne a été observée en fonction de la zone climatique. En effet en zone semi aride elle est relativement plus importante dans la zone d'influence de l'arbre que dans la zone témoin non influencée par la présence de l'arbre. Pour la même espèce, nos résultats ont indiqué qu'en zone humide, la biomasse est nettement plus élevée et plus abondante en surface sous le houppier aussi bien qu'en dehors du houppier. De même nos résultats sont conformes à celui de Wardle (1998) qui a montré, dans une revue d'articles relatifs à une large gamme de sites, que la variabilité de la biomasse microbienne du sol à travers les sites est en relation à la fois avec le renouvellement des éléments nutritifs du sol et surtout leur disponibilité aux populations hétérotrophes du sol. C'est ce qu'on observe lorsqu'on passe du nord au sud du Mali où la production primaire augmente avec la



pluviométrie et les conditions de minéralisation de plus en plus favorables.

La composition floristique, essentiellement par sa productivité primaire nette et par la qualité de la litière, peut avec les cascades de la chaîne trophique dans le sol, influencer sur les mesures de biomasse microbienne du sol (Carter et al.1999). Nous avons trouvé que le niveau de relèvement de la biomasse microbienne moyenne sous le houppier de l'arbre était variable d'une espèce à une autre. Cette différence s'expliquerait par la quantité et la qualité de la litière qu'apportent ces espèces au sol. Le relèvement de la biomasse microbienne qu'on peut constater sous les espèces comme *Balanites aegyptiaca*, *Acacia albida* et *Pterocarpus erinaceus* s'expliquerait par la qualité de leur litière. Ces espèces sont reconnues comme espèces fourragères à cause de leur teneur en éléments majeurs N, C, P.

Aussi, il ressort de notre étude que chaque espèce peut influencer de façon temporelle la biomasse microbienne. On peut se rappeler que les échantillons ayant fait l'objet de cette étude ont été prélevés à un moment où l'activité microbienne semble plus faible. Ainsi on pourrait supposer que certaines espèces dont, *Acacia albida*, *Pterocarpus erinaceus*, *Balanites aegyptiaca* et *Adansonia digitata* induiraient une biomasse plus importante en surface et sous le houppier de l'arbre durant la saison sèche (période durant laquelle les prélèvements ont été effectués).

Par contre on constate que sous le houppier de *Parkia biglobosa* la biomasse moyenne tend à augmenter lorsqu'on s'éloigne du tronc de l'arbre et qu'elle est plus faible en surface qu'en profondeur. *Parkia biglobosa* inhiberait la flore microbienne dans son voisinage immédiat. Cela est à mettre en parallèle avec le constat qu'en général en zone humide peu d'espèces herbacées poussent en saison de pluies sous le houppier de *Parkia biglobosa*. Ce résultat et ce constat s'expliqueraient aussi par la qualité médiocre de la litière de *Parkia biglobosa* et très probablement par la présence de tanin, de composées phénoliques dans la litière qui retardent sa décomposition par conséquent la disponibilité des éléments nutritifs. Notamment celle du phosphore qui utilisé par champignons endomycorhiziens seraient source de compétition ces derniers et la flore bactérienne.

Ces résultats sont conformes aux résultats déjà rapportés par d'autres chercheurs. La principale influence de l'espèce végétale sur la biomasse microbienne du sol apparaît en relation avec la qualité de la litière (Zackrisson et Nilson 1992 ; Wardle et al. 1997 ; Beare et al. 1995). Ils ont trouvé que la litière riche en azote ( $35\text{g kg}^{-1}$ ) était de bonne qualité, facilement décomposable était capable d'induire une augmentation de la biomasse microbienne du sol d'environ 20 % par contre la litière de qualité médiocre, riche en composées phénoliques indiquait une diminution de 40 % dans la biomasse microbienne et un ralentissement de la vitesse de décomposition de la litière de 23 %.

Chez *Prosopis africana* nos résultats concernant la tendance à l'augmentation de la biomasse observée en surface de la zone sous houppier et celle en profondeur de la zone en dehors du houppier ne permettent pas de nous prononcer sur la relation entre qualité de la litière et la biomasse microbienne. L'influence d'autres facteurs du milieu pourrait expliquer ce résultat. Cet état de fait supposerait que cette espèce n'a pas d'influence directe sur la biomasse microbienne d'autant

plus que pour le seul site prospecté les données dont nous disposons ne suffisent pas pour confirmer la tendance obtenue.

Gregorich et al. (1994,1997), ont montré que la biomasse microbienne du sol est un important paramètre qui participe dans les processus biologiques du sol, car elle reflète l'aptitude du sol à stocker, à recycler les éléments nutritifs et la matière organique.

## V -CONCLUSIONS

Dans les sols cultivés du Mali, la biomasse microbienne moyenne du sol semble être plus liée aux conditions écologiques qu'à l'espèce végétale elle-même. L'arbre intervient en créant un micro-environnement plus ou moins favorable à la microflore bactérienne en fonction de la quantité et de la qualité de la litière qu'il apporte au sol. Les espèces ligneuses associées aux cultures peuvent être classées en trois catégories :

1-Les espèces stimulantes : *Balanites aegyptiaca*, *Acacia albida* et *Pterocarpus erinaceus* sont des espèces qui relèvent significativement la biomasse microbienne sous leur houppier.

2-Les espèces dépressives comme *Parkia biglobosa* exerce une action dépressive sur la biomasse microbienne dans sa zone d'influence.

3-Les espèces indifférentes comme *Vitellaria paradoxa*, *Sclerocaria birrea* et *Adansonia digitata* apparaissent comme des espèces neutres qui n'ont pas action prononcée sur l'abondance ou la distribution de la microflore bactérienne du sol. La biomasse microbienne du sol étant acceptée comme un bon indicateur des processus biologiques qui ont lieu dans le sol, nous pouvons dire que ces processus se déroulent de plus en plus bien lorsque l'on passe du nord au sud et que l'aptitude du sol à stocker, à recycler les éléments nutritifs et la matière organique augmente dans le même sens.

## VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amato, M. et Ladd, J. N., 1988. Assay for microbial biomass based on ninhydrin reactive nitrogen in extracts of fumigated soils :Soil Biology and Biochemistry 20, pp 107-114.
- Nicolardot, B., Chaussod, R. et Catroux, G., 1982. Mesure en routine de la biomasse microbienne des sols par la méthode de fumigation au chloroforme, Sc. Sol n°2, pp. 201-211.
- Nicolardot, B., Chaussod, R. et Catroux, G., 1982. Revue des principales méthodes disponibles pour mesurer la biomasse microbienne et ses activités. Bull. Ass. Fr pour l'étude du sol. 15 p.
- Beare, M.H., Coleman, D.C., Crossley, Jr., D.A., Hendrix, P. F. and Odum; E. P. 1995. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. Plant soil 170: 5-22.
- Carter M. R., Gregorich, E.G., Angers, D.A., Beare, M.H., Sparling, G.P., Wardle, D.A. and Voroney, R.P. 1999. Interpretation of microbial biomass measurements for soil quality assessment in humid temperate regions. Can.J. Soil sci. 79:507-520.
- Chotte, J. L. *et al.* , 1998. Jachères naturelles et restauration des propriétés des sols en zone semi-aride ; cas du Sénégal. Agriculture et développement n°18, pp31-38
- Chotte, J. L., Villemin C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne ; Coll. Didactique, ORTOM, paris, France, 230p.
- Coulibaly L., 1998. Aperçu bibliographique de l'étude des sols du Mali, Mémoire de fin d'études, ENSUP, Bamako, 56p.
- Gérard J., 1970 : Variations saisonnières des caractéristiques microbiologiques d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior), soumis ou non à l'influence d'acacia albida ; Ecol. Plant. Gauthier Villars, V, pp 115-136.
- Gregorich, E.G., Carter M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M. and Ellert, B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. . Can.J. Soil sci. 74: 367-385.
- Gregorich, E.G., Carter M.R., Doran, J.W., Pankhurst, C.E. and Dwyer, L.M. 1997. Biological attributes of soil quality. Pages 81-113 in E.G. Gregorich and M.R. Carter, eds. Soil quality for crop production and ecosystem health. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Projet Inventaire des Ressources Terrestres (PIRT), 1986. Zonage agro-écologique du Mali, V, I, CESA, Bamako, 56p.
- Projet Sol-Eau-Plante de l'IER. Résultats de campagnes 1991, 1992, 1993, 151p.
- Chaussod, R. et B. Nicolardot, 1982. Mesure de la biomasse microbienne dans les sols
- Traoré M. L., 1984. Quelques caractères morphologiques et chimiques des sols de la vallée du Niger aux environs de Samanko, Mémoire de fin d'études, ENSUP, Bamako, 52p.

- Traoré, M., 1981. Mali, Atlas géographique, Editions Jeune Afrique, Paris, 64p.
- Wardle, D. A. and Lavelle, P. 1997. Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. Pages 107-124 *in* G. Cadish and K. E. Giller, eds. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. CABInternational, Wallingford, UK.
- Wardle, D. A. 1998. Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: a global synthesis. *Soil Biol. Biochem.* 30: 1627-1637.
- Zackrisson, O. and Nilsson, M.C. 1992. Allelopathic effects by *Empetrum hermaphroditum* on seed germination of two boreal tree species. *Can. J. For Res.* 22: 1310-1319.

# Diversité génétique et distribution des *Rhizobia* sous l'influence de certaines espèces ligneuses dans les agroécosystèmes du Mali.

SAMAKE F.<sup>1</sup>, NEYRA M.<sup>2</sup>, YATTARA I. I.<sup>1</sup>, LAHBIB M.<sup>3</sup>

## Résumé

Dans les agroécosystèmes du Mali, plusieurs espèces ligneuses sont conservées à cause de leurs multiples usages, aussi à cause du fait que s'établissent entre les arbres et la microflore du sol des interactions indispensables au fonctionnement de l'écosystème. Ainsi, nous avons analysé la diversité génétique et la distribution des *Rhizobiums* sous l'influence de certaines espèces ligneuses fréquemment conservées (*Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus erinaceus* et *Prosopis africana*) dans des agroécosystèmes du Mali. L'ADN total extrait des nodules formés sur des plants d'*Acacia albida* inoculés avec des suspensions de sols a été analysé par la technique de PCR-RFLP. L'analyse de l'espace intergénique (IGS) des gènes 16S et 23S a permis de mettre en évidence dix huit profils différents. Les résultats obtenus ont montré que d'une manière générale, les espèces ligneuses conservées dans les agroécosystèmes modifient la structure quantitative et qualitative de la communauté de rhizobium en fonction de la distance au tronc de l'arbre, mais leur impact varie en fonction de l'espèce. Ainsi, il apparaît que *Acacia albida* enrichit la communauté de *rhizobia* en *Bradyrhizobium* sous son houppier tandis que sous *Prosopis africana* et *Balanites aegyptiaca*, une distribution plus nette des génotypes en fonction de la distance à l'arbre a été observée.

**Mots clés :** Diversité génétique, distribution, *rhizobium*, *Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus erinaceus*, *Prosopis africana*, agroécosystèmes.

---

<sup>1</sup>Laboratoire de Microbiologie des Sols (LMS), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université de Bamako, BP. E 3206 Bamako.

<sup>2</sup>Laboratoire commun de microbiologie (LCM) IRD, ISRA et UCAD, Dakar, Sénégal.

<sup>3</sup>Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), BP. E 475 Bamako

Genetic diversity and distribution of *Rhizobia* under the influence of some woody species in the agroécosystèmes of Mali.

## Summary

In the agroécosystèmes of Mali, several woody species are preserved because of their multiple uses, and in fact of establishment, between woody species and the soil microflora, of the interactions essential to the operation of the ecosystem. Thus, we analyzed genetic diversity and the distribution of *Rhizobia* under the influence of some woody species frequently preserved (*Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus erinaceus* and *Prosopis africana*) in agroecosystems of Mali. The total ADN extracted the nodules formed on seedlings of *Acacia albida* inoculated with suspensions of soil samples was analyzed by the technique of PCR-RFL. The intergenic space (IGS) between the genes DNAr 16S and DNAr 23S was investigated and made it possible to highlight ten eight different profiles. The results obtained showed that generally, the woody species preserved in the agroecosystems modify the quantitative and qualitative structure of the *Rhizobia* community according to the distance to the tree trunk, but their impact varies according to the species. Thus, it appears that *Acacia albida* enriches the community by *Rhizobia* in *Bradyrhizobium* under its canopy while under *Prosopis africana* and *Balanites aegyptiaca*, a clearer distribution of the genotypes according to the distance to the tree was observed.

**Key words:** Genetic diversity, distribution, *Rhizobia*, *Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus erinaceus*, *Prosopis africana*, agroecosystems.

## I Introduction

Les rhizobia sont des bactéries fixatrices d'azote qui développent habituellement des associations symbiotiques avec les légumineuses. La récente révision de la taxonomie de ce groupe de microorganismes a défini cinq différents genres: *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium*, et *Sinorhizobium* (Young, 1996), prenant en compte aussi bien les caractères phénotypiques que génotypiques de ces organismes. Les études de diversité des rhizobiums ont été très souvent gênées par des difficultés d'ordre méthodologique liées à l'échantillonnage, l'identification et surtout à la disponibilité de méthodes de suivi environnemental adaptées à la grande diversité des rhizobia dans la nature (Laguerre et al., 1993; Moreira et al., 1993).

La diversité des *rhizobia* a été largement étudiée, plusieurs auteurs ont rapporté l'isolement des *rhizobia*, pour la première fois, de légumineuses sauvages partout dans le monde, principalement au Brésil (Moreira et al., 1993), au Canada (Prevort et al., 1987) en Russie (Van Berkum et al., 1998) en Chine (Wang et al., 1999); au Soudan (Nick et al., 1999);, au Sénégal (Dreyfus et al., 1988; Lorquin et al., 1993; Dupuy et al., 1994; De Lajudie et al., 1999; Moluba et al., 1999) en Afrique du sud (Dagut et Steyn, 1999), au Mali ( Lahbib et Sasson, 1981; Lahbib et Yattara, 1994), dans les Iles Canaries (Vinues et al., 1998) et plusieurs groupes de rhizobia ont été décrits.

D'autres chercheurs ont montré la grande diversité au sein des rhizobia isolés, non seulement des légumineuses

ligneuses mais aussi des herbacées ( Haukka et Lindström, 1994; Novikova et al., 1994; Van Rossum et al., 1995)

Cependant, très peu de travaux ont concerné l'influence de l'arbre dans un agroécosystème sahélien sur la diversité et la distribution des bactéries dans l'espace. Dans cette étude, nous avons estimé l'impact de quatre espèces ligneuses sur la diversité génétique et la distribution des *rhizobia* des sols cultivés du Mali, en utilisant la technique de la PCR-RFLP de l'espace intergénique des gènes codant pour l'ARNr 16 S et l'ARNr 23 S.

## II. Matériels et méthodes

### II.1. Prélèvement des échantillons de sol

Des échantillons de sol ont été prélevés sous des pieds isolés de certaines espèces ligneuses fréquemment conservées dans des agroécosystèmes (*Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus erinaceus* et *Prosopis africana*).

Les échantillons ont été prélevés en tenant compte du rayon moyen du houppier (R) de l'arbre à deux niveaux (0 -25 cm et 25 -50 cm) de profondeur concernant des échantillons prélevés à des distances de R/2, 2R, et 3R à partir du tronc de l'arbre. Par espèce, 4 répétitions ont été effectuées. Les échantillons prélevés dans le même champ à des endroits découverts ne subissant pas l'influence directe de l'arbre constituent les échantillons témoins.

Une suspension de ces échantillons de sol a été préparée en agitant au barreau magnétique 5 g de sol dans 50 ml d'une solution de NaCl à 8‰ pendant au moins 30 minutes. Cette suspension a été utilisée comme inoculum dans le piégeage des *Rhizobia* des différents sols.

### II.2. Piégeage des *Rhizobia*:

Pour accéder aux *Rhizobia* contenus dans les échantillons de sol étudiés, nous avons procédé au piégeage de ceux-ci sur une plante piège (*Acacia albida*).

Les graines ont été imbibées dans l'acide sulfurique concentré pendant 30 minutes, puis rincées à l'eau distillée stérile plusieurs fois pour éliminer toute trace d'acide. La surface de ces graines a été aseptisée par un séjour dans l'hypochlorite de sodium (3 %) pendant 5 minutes suivi de plusieurs rinçages à l'eau distillée stérile.

Les graines ont été mises à germer dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau gélosée à 1% pendant 3 jours à 37°C. Elles ont été ensuite transférées dans des tubes Gibson contenant le milieu de Jensen (Vincent, 1970). Les plantes ont été inoculées avec 1 ml de suspension de sol avec 5 répétitions par échantillon de sol.

### II.3. Extraction de l'ADN à partir des nodules

La surface des nodules obtenus a été aseptisée par un traitement à l'hypochlorite de calcium et à l'éthanol à 96° suivi chaque fois de plusieurs rinçages à l'eau distillée stérile. Les nodules ainsi aseptisés ont été broyés dans l'eau distillée stérile pour l'extraction de l'ADN.

Les nodules sont broyés dans 200 µl d'eau distillée stérile à l'aide d'un potier en plastique stérile (Piston Pillet, Bioblock, Illkirch, France). A un volume de 150 µl de ce broyat de nodule est additionné un volume égal de tampon

d'extraction deux fois concentré 2X. Le mélange est incubé pendant une heure au bain-marie à 65°C afin d'obtenir la lyse des cellules.

Une centrifugation de 10 minutes à 13000 rpm à la température ambiante permet de récupérer la solution des acides nucléiques. L'extraction des acides nucléiques se fait par l'addition d'un volume de phénol chloroforme alcool isoamilique dans les proportions respectives de (25 :24 :1) au surnageant obtenu après la centrifugation. Le mélange est vigoureusement agité jusqu'à obtenir une émulsion laiteuse qui est ensuite centrifugée à 13000rpm pendant 15 minutes à la température ambiante. Au surnageant recueilli l'on ajoute un volume de chloroforme alcool isoamilique dans les proportions respectives de (24 :1), suivi d'une centrifugation à 13000 rpm pendant 15 minute à la température ambiante. L'ADN est récupéré dans la phase supérieure.

A 300 µl de la solution d'acides nucléiques, l'on ajoute 30 µl d'acétate de sodium 3M et 700 µl d'éthanol absolu froid, le tout est placé à -20°C toute une nuit. Le culot d'ADN, récupéré après une centrifugation à 13000 rpm pendant 30 minutes à 4°C, est lavé avec de l'éthanol 70°, séché sous vide et dissous dans 20µl d'eau ultrat-pure. L'ADN est conservé à -20°C.

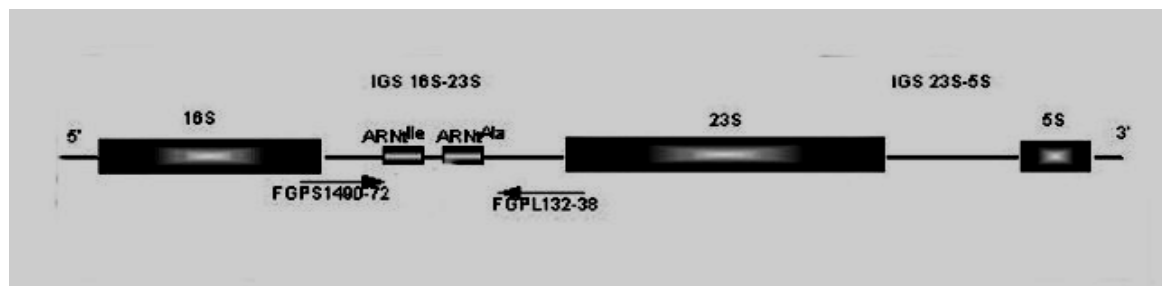
#### *II.4. Contrôle de la qualité et estimation de la quantité de l'ADN extrait :*

La pureté de l'ADN extrait est contrôlée en mesurant la densité optique d'un échantillon de l'extrait d'ADN à l'aide du spectrophotomètre UV/VIS (Pharmacia Biotec) dans une cuve en quartz de 1 cm de trajet optique.

Un balayage aux longueurs d'onde comprises entre 200 et 340 nm est effectué pour l'ensemble des échantillons à analyser.

#### *II.5. PCR-RFLP:*

L'espace intergénique(IGS, une zone variable de l'ADN située entre les gènes codant pour les ARN ribosomiques) des gènes 16S et 23 S de l'ADN extrait des nodules a été amplifié par PCR avec les amorces dérivées de l'extrémité 3' de l'ADNr 16 S (FGPS 1490-72: 5'-TGCGGCTGGATCACCTCCTT-3') (Navarro et al., 1992) et de l'extrémité 5' de l'ADNr 23 S (FGPL132'-38: 5' - CCGGGTTTCCCCATTCGG - 3') (Ponsonnet et al., 1994) . La position des amorces utilisées pour amplifier l'IGS de l'ADNr 16S-23S est présentée sur la Figure 1.



**Figure1:** Schéma d'un opéron rrn de l'ADN codant pour les gènes ribosomiques et positions des amorces utilisées pour amplifier ou séquencer la région IGS de l'ADNr 16S-23S (Krasowa-Wade , 2003).



La PCR a été réalisée dans des tubes de 0,2 ml (microtubules eppendorfs type PCR) à l'aide d'un amplificateur automatique Perkin Elmer (GeneAmp PCR System 2400). L'amplification de l'ADN matrice a été réalisée dans un mélange de 25 µl par tube. Ce mélange est composé d'une bille lyophilisée (la Taq fournisseur de type "ready to go PCR beads, Pharmacia Biotech") à laquelle l'on ajoute 20 pmol/µl de chaque amorce, 10 à 50 ng d'ADN matrice extrait des nodules et de l'eau (qsp).

L'amplification a été réalisée suivant le programme de température: 94°C pendant 5 min. de dénaturation initiale suivi de 35 cycles composés de 94°C pendant 30s, 55°C pendant 1 min., 72°C pendant 1 min., 72°C pendant 7 min.

Afin de contrôler l'efficacité de la PCR, 3 µl du mélange réactionnel ont été déposés sur un gel agarose (Sigma, La verpillère, France) de 1% (w/v). Après une migration d'environ 1 heure à 80V dans une cuve horizontale contenant un tampon de migration TBE 1X, le gel est coloré pendant 30 min. dans une solution de Bromure d'éthidium de 1µg.ml<sup>-1</sup> et photographié sous UV sur un mini-transilluminateur muni de système Gel Doc (BIORAD).

#### *II.6. RFLP des fragments IGS amplifiés :*

La RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) consiste à couper par différentes endonucléases de restriction un fragment d'ADN cible donnant, pour chaque enzyme de restriction, un profil de restriction type. Ce fragment sera caractérisé par la combinaison de profils types obtenus pour plusieurs endonucléases. Un groupe PCR-RFLP comprendra des souches dont les fragments amplifiés auront les mêmes combinaisons de profils types.

Les produits de la PCR ont été digérés par deux enzymes de restriction *HaeIII* et *MspI* (Amersham Pharmacia biotech) suivant les recommandations du fabricant. Huit microlitres de ces produits de l'amplification ont été digérés par ces deux endonucléases pendant deux heures à 37°C. Les produits de la digestion ont été séparés sur un gel agarose Métaphor (BioWhittaker Molecular applications, Rockland, ME USA), 2,5% pendant trois heures à 100V et révélés après immersion du gel dans une solution de 1 mg/ml de bromure d'éthidium (BET) pendant 45 minutes. La lecture des gels a été faite sous UV sur un mini-transilluminateur (BIOBLOCK) munie d'un système de "Gel Doc 1000 (BIORAD).

### **III Résultats**

L'inoculation des jeunes plants d'*Acacia albida* avec des suspensions de sols prélevés sous des pieds d'arbre, a donné des nodules piégeant les bactéries symbiotiques. L'extraction de l'ADN total des nodules a permis d'obtenir de l'ADN en quantité (10 à 300µg.ml<sup>-1</sup>) et de qualité (rapport protéique de 1,5 à 1,9) convenables à l'amplification et à l'hybridation avec des sondes spécifiques.

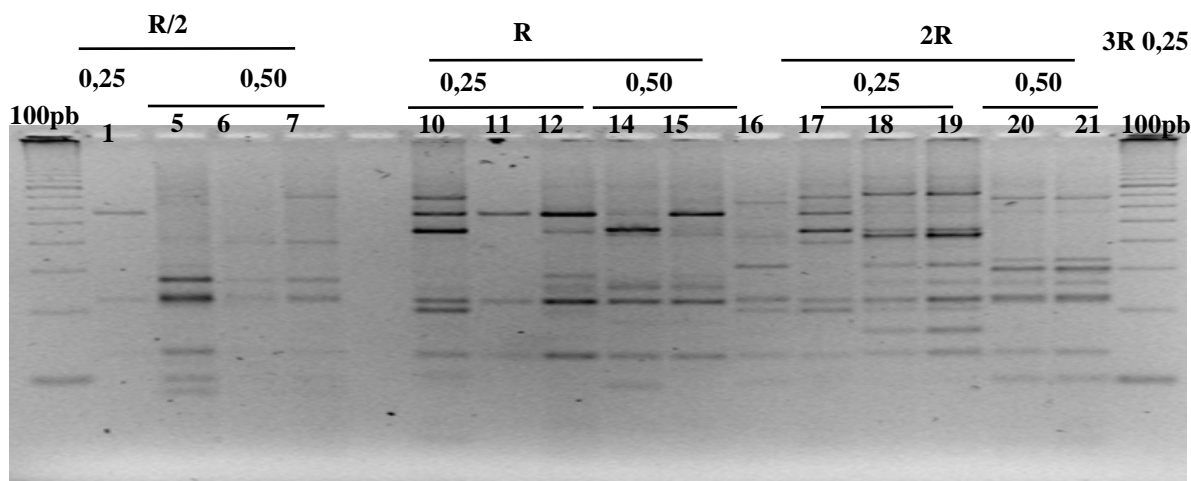
L'efficacité de l'extraction et de l'amplification par PCR de l'ADN extrait des nodules ont été contrôlées sur gel agarose. Les résultats de l'électrophorèse montrent que l'ADN extrait est de très bonne taille (supérieure à 5 Kb). L'amplification de la région IGS entre les gènes 16 S et 23 S a donné une bande unique dans 66,66 % des échantillons et

deux bandes dans les autres échantillons. La taille des fragments IGS amplifiés varie entre 500 pb et 1200 pb. Ces résultats de la PCR montrent déjà un premier niveau de diversité des bactéries nodulant *Acacia albida*. Cette diversité est révélée par la variabilité de la longueur de la région IGS en fonction de l'espèce bactérienne.

L'analyse des produits de l'amplification de l'espace intergénique de l'ADNr 16S-23S par RFLP a permis de mettre en évidence un second niveau de diversité (intra-spécifique) basée sur la séquence des bases de l'IGS de chaque souche (Fig. 2, 3, 4, 5). Les résultats de la digestion des fragments IGS amplifiés ont permis de distinguer dix huit profils ou types IGS récapitulés dans le tableau 1. Les types IGS : FS5, FS2 et FS3 se rencontrent partout dans le sol, mais surtout sous le houppier d'*Acacia albida* (distance <R).

Pour estimer l'impact d'*Acacia albida* sur la distribution des *Rhizobia* dans le sol, la fréquence d'apparition des types IGS rencontrés a été déterminée en analysant 120 nodules.

Trois types IGS apparaissent très fréquemment (72 % des occurrences). Ces trois types représentent les souches les plus largement distribuées dans les sols étudiés. L'impact d'*Acacia albida* sur ces génotypes est bien visible. Il se manifeste par la stimulation de ces populations qui se traduit par une augmentation significative de leur fréquence dans les échantillons étudiés. Ainsi, les trois types (FS5, FS2 et FS3) apparaissent avec la même probabilité d'occurrence de 15 % soit 45 % des occurrences sous le houppier contre seulement 18 % hors du houppier. Les autres groupes IGS apparaissent surtout dans la zone d'influence hors houppier (distance comprise entre R et 3R).



**Figure 2 :** Les profils IGS obtenus avec l'enzyme de restriction *MspI* sous *Acacia albida* en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc.  
R/2; R; 2R et 3R représentent les distances au tronc de l'arbre.

Les types ORS 3299 et ORS 3296 apparaissent respectivement à la zone 3 R et dans la zone témoin, supposée non influencée par la présence de l'arbre (distance >3R). Les types ORS 3291, ORS 3293, 3294 et FS15 se retrouvent uniquement dans la zone 2 R, tandis que les ORS 3297 et FS16 n'apparaissent que dans la zone 3 R (Fig. 2). Les résultats de la RFLP montrent que la présence de l'arbre modifie de façon significative la structure de la communauté

bactérienne du sol capable d'induire la nodulation chez *Acacia albida*. L'influence de l'arbre se manifeste par une distribution des différents génotypes en fonction de la distance à l'arbre. Les génotypes les plus fréquents (72,49 %), bien que présents partout dans le sol, se trouvent fortement favorisés sous le houppier d'*Acacia albida* (45 %).

Les souches correspondant aux différents génotypes rencontrés ont été isolées et mise en collection au laboratoire commun IRD, ISRA, UCAD sous des numéros d'identification ORS (Tableau 1). Chaque isolat a été caractérisé par la taille des fragments de restriction de l'IGS obtenus avec les enzymes de restriction *HaeIII* et *MspI*. L'origine de chaque nodule utilisé est précisée en donnant la distance et la profondeur de prélèvement des échantillons de sol, le numéro du nodule traité (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Récapitulatif des résultats de la RFLP de l'IGS de l'ADN des nodules et des bactéries isolées à partir de ces nodules.

Profils IGS	Taille des fragments de restriction		Origine		
N°			Distance à l'arbre	Profondeur (m)	N° ORS
profils RFLP	<i>HaeIII</i>	<i>MspI</i>			
FS1	62,154,169,217,249,321	80,120,180,212,213,359	3R	0,25	3286
FS2	80,230,262,398	105,136,232,304	R/2	0,25	3287
FS3	77,98,232,261,298	89,105,135,227,275	R/2	0,25	3288
FS4	113,156,378,398	194,265,336	R	0,25	3289
FS5	81,111,565	194,265,336	R	0,25	3290
FS6	61,114,298,388,525	256,346,442,516,619	2R	0,5	3291
FS7	135,149,243,510,557	200,453	R	0,5	3292
FS8	132,148,240	199,456	2R	0,25	3293
FS9	43,78,204,601	167,767	R	0,25	3294
FS10	79,129,150,249,501,548	88,126,218,291,417	3R	0,25	3295
FS11	85,525,573	139,201,251,453,537	Témoin	0,25	3296
FS12	117,134,240,420,640	184,201,258,466	3R	0,25	3297
FS13	513	180,274	R	0,50	3298
FS14	140,155,250,759	261,462,586,844	3R	0,25	3299
FS15	74,229,589	135,165,221,426	2R	0,25	
FS16	44,78,202,509,574		2R	0,25	
FS17	70,193,252,319	107,182,223,376	R/2 (LP)	0,25	
FS18	172,195,312	130,234,345,388	Témoin	0,25	3300

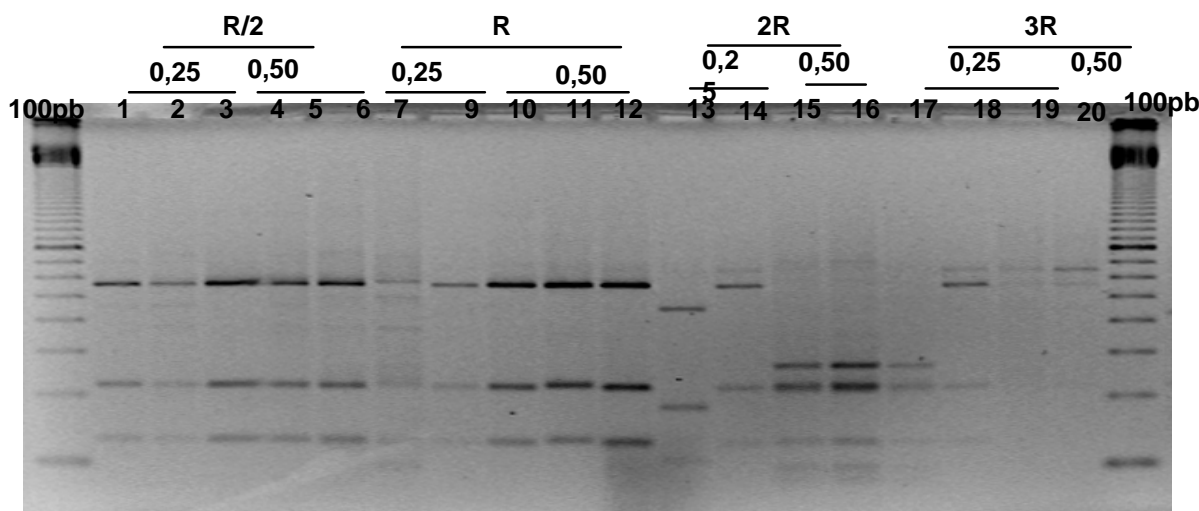
FS(i) = Numéro d'identification des profils de restriction de l'IGS; *HaeIII* et *MspI* sont les enzymes de restriction utilisées;

N° ORS est le numéro d'identification des souches isolées dans la collection du laboratoire de microbiologie des sols de IRD Dakar. R = le rayon du houppier désigne la distance de prélèvement des échantillons de sol.

L'impact d'autres ligneux telles que *Prosopis africana*, *Balanites aegyptiaca* et *Pterocarpus erinaceus* fréquemment rencontrés dans les agro-écosystèmes soudano-sahéliens sur les bactéries symbiotiques fixatrices d'azote a été estimé.

Ainsi, sous le houppier *Balanites aegyptiaca*, le génotype ORS 3290 apparaît de façon dominante en association avec deux autres génotypes. A la distance 2R, le génotype ORS 3288 apparaît majoritairement alors que le type ORS 3290 bien que présent sous le houppier, est en recule. Un autre génotype (ORS 3264) domine à la distance 3 R. Par contre, dans la zone témoin, le type ORS 3296 se retrouve presque exclusivement. L'effet couvert de *Balanites aegyptiaca* induit un phénomène de zonation dans le sol déterminant la structure de la communauté des bactéries

symbiotiques, qui adopte une distribution en auréole autour de l'arbre (fig.3).

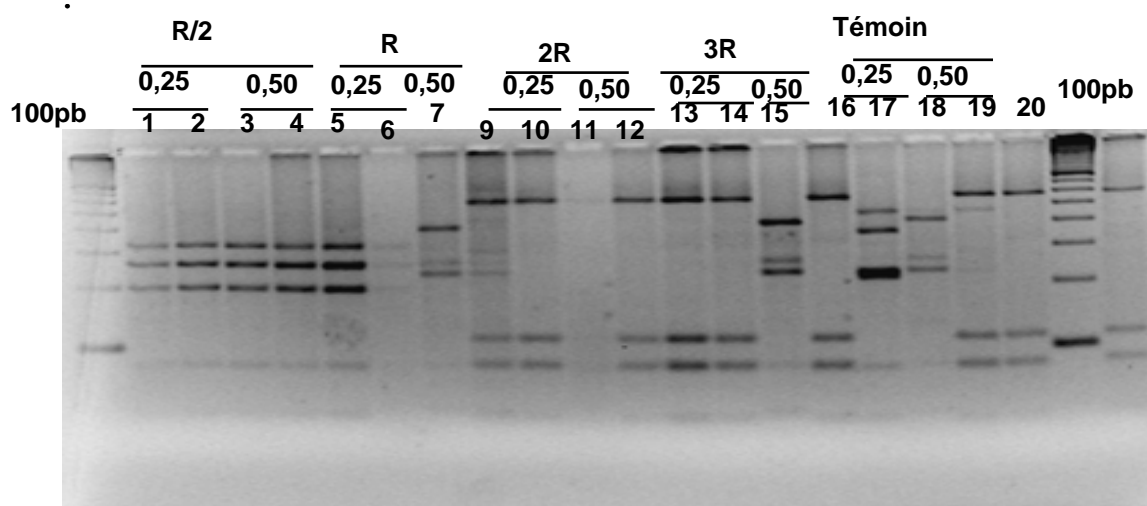


**Figure 3 :** Les profils IGS obtenus avec les enzymes de restriction *MspI* sous *Balanites aegyptiaca* en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc.

R/2; R; 2R et 3R représentent les distances au tronc de l'arbre

Sous *Prosopis africana*, l'effet couvert se traduit également par la distribution en auréole des communautés des bactéries symbiotiques. Les différents génotypes sont répartis en fonction de la distance à l'arbre. L'effet de *Prosopis africana* se manifeste par une réduction de la diversité en favorisant le phénomène de dominance d'une population bactérienne sur les autres. FS16 constitue la population dominante et n'apparaît que dans cette zone. Hors du houppier et dans l'horizon 0,25-0,50 m la communauté de base se retrouve avec une population dominante qui varie avec la distance à l'arbre (Fig.4).

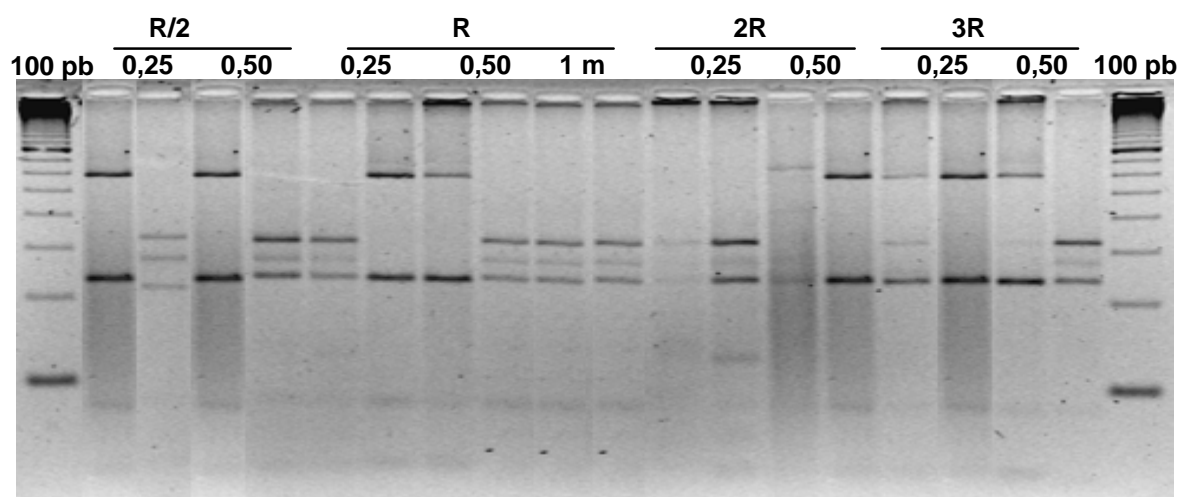
:



**Figure 4 :** Les profils IGS obtenus avec les enzymes de restriction *HaeIII* sous *Prosopis africana* en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc.

R/2; R; 2R et 3R représentent les distances au tronc de l'arbre

L'effet couvert de *Pterocarpus erinaceus* ne semble pas induire une structure particulière dans la communauté bactérienne tellurique. Sous *Pterocarpus erinaceus*, il y a deux populations dominantes. Ces dernières présentent une distribution équilibrée dans l'espace. Nous avons observé, quelle que soit la distance à l'arbre ou la profondeur de prélèvement, que deux profils IGS apparaissent avec la même fréquence (Fig.5).



**Figure 5 :** Les profils IGS obtenus avec l'enzyme de restriction *HaeIII* sous *Pterocarpus erinaceus* en fonction de la profondeur de prélèvement et de la distance au tronc.

R/2; R; 2R et 3R représentent les distances au tronc de l'arbre

#### IV. Discussion

La diversité des bactéries symbiotiques sous l'influence des espèces ligneuses fréquemment conservées dans des agroécosystèmes a été décrite sur la base de la technique de PCR-RFLP de la zone intergénique de l'ADNr 16S-23S appliquée à l'ADN de broyats de nodules. Plusieurs auteurs ont montré que la zone ciblée présente un très grand degré de variabilité de séquences et peut constituer une méthode rapide de typage d'isolats bactériens génétiquement proches (Jensen *et al.*, 1993 ; Gürtler et Stanisich, 1996 ; Laguerre *et al.*, 1996 ; Leblond-Bourget et Decaris, 1996 ; Normand *et al.*, 1996 ; Vinuesa *et al.*, 1998 ; Doignon-Bourcier *et al.*, 2000 ; Willems *et al.*, 2001a).

Les résultats de la PCR montrent que le polymorphisme de longueur des fragments de l'IGS amplifié correspond à celui rapporté pour le genre *Bradyrhizobium*. Ce polymorphisme est en même temps inter et intraspécifique.

L'analyse des résultats de la RFLP relatifs à l'apparition des différents types IGS révèle une diversité intraspécifique dans le genre *Bradyrhizobium*. En effet, les séquences de types : FS5 (IGS I), FS2 (IGS III) et FS3 (IGS IV) comparés aux profils connus de GenBank apparaissent (avec 96% de similarité) très proches des souches de références USDA 110 et USDA 129 de *Bradyrhizobium japonicum*. De même, les types IGS FS2 et FS3 montrent une

hétérogénéité des séquences similaires (à 95%) à celles des souches de référence USDA94 et USDA76T de *B. elkanii* (Kuykendall *et al.*, 1992).

Ces résultats relatifs à l'existence d'un polymorphisme inter et intraspécifique sont en accord avec ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont montré que la région de l'espace intergénique des gènes 16S et 23 S présente, suivant les espèces bactériennes, une grande hétérogénéité de la taille et des séquences (Jensen *et al.*, 1993; Navarro *et al.*, 1992; Scheinert *et al.*, 1996). Cette grande variabilité de l'IGS est utile dans l'identification des groupes génomiques au niveau interspécifique (Barry *et al.* 1991; Jensen *et al.*, 1993; Laguerre *et al.* 1996).

Dans d'autres études, les profils types FS5, FS18, FS2 et FS3 ont été aussi retrouvés dans les nodules de niébé (Krasowa-Wade T., 2003). Cela confirme l'appartenance de nos souches au genre *Bradyrhizobium* et met en évidence la fiabilité de la technique utilisée dans les études de diversité.

Nous avons montré également qu'il existe une certaine relation entre la distribution de ces groupes IGS et la présence de l'arbre.

L'analyse des fréquences met en évidence l'importance d'*Acacia albida* dans la distribution des bactéries dans le sol. En effet, nos résultats montrent une forte présence des *Bradyrhizobia* (types IGS: FS5, FS2 et FS3) sous le couvert (<R) de *A. albida* (93%) avec une prédominance de l'espèce *B. elkanii* (FS2 et FS3). Ce qui suppose l'existence d'une relation plus étroite entre cette espèce et l'arbre. Cette influence s'expliquerait par l'adaptation de l'espèce aux conditions créées par *Acacia albida* sous son houppier (ombrage, richesse en sources d'énergie...). En effet, Jung (1970) trouve que dans son voisinage immédiat, *A. albida* relève la biomasse microbienne en augmentant toutes les composantes de la fertilité du sol. Ainsi, dans la zone témoin (>3R,) supposée non influencée par la présence de l'arbre et qui se caractérise par la dominance de génotypes I et II, nous avons mis en évidence la fréquence (à 53%) de l'espèce *B. japonicum* type IGS I, la présence exclusive des types II de *B. japonicum* et de type non décrit. Nos résultats sont en partie en accord avec ceux selon lesquels *A. albida* agit sur la microflore en stimulant la microbienne du sol. En effet nous avons montré que la distribution de génotypes obtenus est en rapport avec la distance par rapport à l'arbre. Ainsi cette distribution des bactéries autour de l'arbre pourrait être le reflet d'un nouvel équilibre biologique. En effet en estimant la biomasse microbienne en fonction de la distance par rapport à l'arbre, nous avons trouvé que cet équilibre se caractérise par la présence de communautés bactériennes dont la biomasse diminue en s'éloignant du houppier (Samaké, 2004).

L'effet de l'arbre apparaît donc comme une perturbation ou un changement dans le sol qui se traduit par une modification de la diversité de la communauté bactérienne. Dans cette étude l'abondance du genre *Bradyrhizobium* sous

le houppier d'*Acacia albida* serait liée à la symbiose et l'activité fixatrice d'azote qui conduirait à la richesse du sol en matières organiques (N, C). D'autres études, basées sur des approches physiologiques et moléculaires portant les changements de la communauté microbienne dans des sols agricoles perturbés (Øvreås *et al.*, 1998), ont montré que une perturbation liée à l'enrichissement de ces sols en N<sub>2</sub> entraînait une réduction de la diversité microbienne.

## V. Conclusion

La technique de PCR-RFLP de l'IGS de l'ADNr 16S-23S appliquée aux nodules, par sa fiabilité et sa reproductibilité, apparaît comme un outil moléculaire de la description de la diversité des populations des rhizobiums donc adaptée à l'étude de l'impact de l'arbre sur la diversité des bactéries dans les sols cultivés.

Nous avons montré que la conservation des arbres dans les agroécosystèmes sahéliens en association avec les cultures, n'est pas un fait de hasard. En effet, dans ce système l'arbre intervient en contrôlant la structure et la dynamique des communautés bactériennes. La présence de l'arbre apparaît comme une perturbation qui se traduit par une tendance à la réduction de la complexité des communautés bactériennes telluriques en ne favorisant que certaines espèces sous le houppier.

## VI. Références

- Barry, T., Colleran, G., Glennon, M., Dunican, L. K., Gannon, F., 1991. The 16S-23S ribosomal spacer region as a target for DNA probes to identify eubacteria. *PCR Methods and Application* 1:51-56.
- Chen, W.X, Tan, Z. Y., Gao, J. L., Li, Y., Wang, E.T., 1997. *Rhizobium hainanense* sp. nov., isolated from tropical legumes. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 47:870-873.
- De Lajudie, P., Willems, A., Nick, G., Mohammed, S. H., Torck, U., Coopman, R., Filali- Maltouf, A., Kersters, K., Dreyfus, B., Lindstrom, K., and Gillis, M. 1999. *Agrobacterium* bv.1 strains isolated from nodules of tropical legumes. *Syst. & Appl. Microbiol.* 21, 119-132.
- Dreyfus, B., Garcia, J. L., Gillis, M. 1988. Characterization of *Azorhizobium caulinodan* gen. Nov. sp. nov., a stem-nodulating nitrogen-fixing bacterium isolated from *Sesbania rostrata*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 38:89-98.
- Dupuy, N., A., Willems, B. Pot, D. Dewettinck, I. Vandenbruaene, G. Maestrojuan, B. Dreyfus, K. Kersters, M. D. Collins, and Gillis, M. 1994. Phenotypic and genotypic characterization of bradyrhizobia nodulating the leguminous tree *Acacia albida*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44:461-473.
- Gao, J. L., SUN, J. G., Wang, E.T., Chen, W.X. 1994. Numerical taxonomy and DNA relatedness of tropical rhizobia isolated from Hainan province, China. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44:151-158.

Gérard Jung, 1970. Variations saisonnières des caractéristiques microbiologiques d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior), soumis ou non à l'influence d'acacia albida . Ecol. Plant. Gauthier Villars, V, pp 115-136.

Gibson, A. H. 1980. Methods for legumes in glasshouse and controlled environment cabinets, P. 139-184. In F.J. Bergersen (ed.), Methods for evaluating biological nitrogen fixation. John Wiley & Sons, Inc., New York, N. Y.

Haukka , K., Lindström, and Young, J.P.W. 1996. Diversity of partial 16S rRNA sequences among and within strains of African rhizobia isolated from Acacia and Prosopis. Sytem. . Appl. Microbiol. 19: 352-359.

Jensen, M. A., Webster, J. A. and Straus, J.J. 1993. Rhizobium loti, a new species of legume root nodule bacteria. Int. J.Syst. Bacteriol. 32:278-380.

Krasowa-Wade, T., 2003. Etude de la diversité des rhizobiums nodulant le niébé (*Vigna unguiculata* (L). Walp.) au Sénégal. Thèse de Doctorat de 3<sup>è</sup> cycle de Biologie Végétale, Département de Biologie végétale. UCAD, Dakar, 97 p.

Kuykendall, L. M., Saxena, B., Devine, T. E., Udell, S. E. 1992. Genetic diversity in Bradyrhizobium japonicum Jordan 1982 and a proposal for Bradyrhizobium elkanii sp. nov. Can. J. Microbiol. 38:501-503.

Laguerre, G., Mavingui, P., Allard, M. R., Charmay, M.P., Louvrier, P., Mazurier, S.I., Rigtier-gois, I., and Amarger, N. 1996. Typing of rhizobia by PCR and PCR-restriction fragment length polymorphism analysis of chromosomal and symbiotic region: application to *Rhizobium leguminosarum* and its different biovars. Appl. Environ. Microbiol. 65, 3084-3094.

Lahbib M. M., Renant, J., et Sasson, A. 1981. Fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par les légumineuses cultivées au Mali. Cah. ORSTOM, Sér. BIOL. 43: 33-44.

Lahbib, M. M., et Yattara, I. I. 1994. Dénombrement de *Bradyrhizobium cowpea* spp. *Vigna* dans les sols du Mali. In Recent Developments in Biological Nitrogen Fixation Research in Africa. Edit. P. 164-169.

Lorquin, J., Moluba F, Dupuy, N., A., N'Daye, S., Alaard, D., Gillis, M., Dreyfus, B. L., 1993. Diversity photosynthetic Bradyrhizobium strains from stem nodules of Aeschynomene species, pp. 683-689. In: New horizon in Nitrogen Fixation (R. Palacios, J. Mora, W.E. Newton, eds.) Dordrecht, Boston, Kluwer Academic Publishers 1993.

Moluba F., Lorquin, J., Willems, A., Hoste, B., Giraud, E., Dreyfus, B., Gillis, M., De Lajudie, P., Masson-Boivin, C. 1999. Photosynthetic bradyrhizobia from Aeschynomene spp. are specific to stem-nodulated species and from a separate 16S ribosomal DNA restriction fragment length polymorphism group. Appl. Environ. Microbiol. 65, 3084-3094.

Moreira , F.M., Gillis, M., Pot, B., Kersters, K., Franco A.A. 1993. Characterisation of rhizobia isolated from different divergence groups of tropical leguminosae by comparative polyacrylamide gel electrophoresis. System. Appl. Microbiol. 62: 2029-2036.

Navarro, E., Simonet, P., Normand, P., and Bardin, R. 1992. Caracterization of natural intergenic spacer.



Aarch. Microbiol. . 157:107-115.

Nick, G., De Lajudie, P., Eaardly, B., Suomalainen, S., Paulin, L., Zhang, X., Gillis, M ., Lindstrom, K . 1999. *Sinorhizobium arboris* sp. nov. and *Sinorhizobium kostiense* sp. nov. isolated from leguminous trees in Sudan and Kenya. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 49:1359-1368.

Novikova, N. I., Palova, E. A., Vorobjev, N. I., Lineschenko, E. V. 1994. Numerical taxonomy of *Rhizobium* Strains from legumes of the temperature zone. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44:734-742.

Øvreås, L., Jensen, S., Lise Daae F., Torsvik, V. 1998. Microbial community changes in perturbed agricultural soil investigated by Molecular and physiological aproches. *Applied and Environmental Microbiology.* :2739-2742.

Prevost, D., Bordeleau, L. M., Caudry-Reznick, S., Schulman, H. M., Antoun, H. 1987. Characterisation of rhizobia isolated from three legumes indigenous to high arctic: *Astragalus alpinus*, *Oxytropis maydelliana*, and *Oxytropis arctobia*. *Plant and soil.* 98: 313- 324.

Samaké, F., 2004. Impact de l'arbre sur la diversité génétique et la distribution des bactéries fixatrices d'azote dans les agro-systemes du Mali. Thèse de Doctorat, Option d'Écologie microbienne. Université de Bamako, Mali, 129p.

Van Berkum &Eardly, B. D., 1998. In *Molecular Evolutionary Systematics of the Rhizobiaceae*, pp. 1-24. Edited by H. Spaink, A. Kondorosi & P. Hooykaas. Dordrecht: kluwer.

Van Rossum, D. Schuurmans, F. P., Gillis M., Muyotcha, A., Van Verseveld, H. W., Stouthamer, A. H., and Boogerd, F. C., 1995. Genotypic and phenotypic analyses of *Bradyrhizobiul* strains nodulating peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:1599-1609.

Vincent, J. M. 1970. *A manual for the pratical study of root nodule bacteria. IBP handbook, n°15. Blackwell Scientific Publications, Ltd., Oxford, England.*

Vinuesa, P., Rademaker, J. L. W., de Bruijn, F. J., Werner, D. 1998. Genotypic characterization of *Bradyrhizobium* strains nodulating endemic woody legumes of the Canary Island by PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism analysis of genes encoding 16S rRNA (16S rDNA) and 16S-23S rDNA intergenic spacers, repetitive extragenic palindromicPCR genomic fingerprinting, and partial 16S sequencing. *Appl. Environ. Microbiol.* 64, 2096-2104.

Wang, E. T., Van Berkum, P., Sul, X. H., Beyene, D., Chen, W.X., Martinez-Romero, E. 1999. Diversity of rhizobia associated with *Amorpha fruticosa* isolated from chinese soils and description of *Mesorhizobium amorphae* sp. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 49:51-65.

Young, J.P.W. and Haukka , K.E. 1996. Diversity and phylogeny of rhizobia. New

# **Vulnérabilité des jeunes liée aux pratiques et aux comportements néfastes à la santé en milieu urbain et périurbain bamakois. Mali**

DIAWARA A.<sup>1</sup>, BERTHE F.<sup>2</sup>, DIOP S.<sup>3</sup>, SIMAGA S.Y.<sup>4</sup>

## **Resumé**

Dans le cadre de la mise en œuvre de son projet sur la transformation de comportements des jeunes et les défis auxquels ils sont confrontés dans la société, le chantier jeunes a réalisé entre septembre et octobre 2002 une enquête qualitative auprès des jeunes dans trois quartiers de Bamako : Bandiagara coura, Niaréla et Sikoroni. Utilisant la technique d'interview, cette enquête a porté au total sur 1819 jeunes dont 877 jeunes hommes (48,2%) et 942 jeunes femmes (51,8%) scolarisés et non scolarisés dans les quartiers visés. L'objet de l'étude était d'étudier la vulnérabilité de la population juvénile en milieu urbain et périurbain bamakois liée aux pratiques et aux comportements néfastes pour la santé.

De l'étude, il ressort que les vulnérabilités liées au comportement sexuel (52,1% des jeunes), à la première grossesse / la première naissance (36,4% des jeunes) et à la consommation d'alcool et ou tabac (9,03% des jeunes) sont influencées essentiellement par le sexe et le niveau d'instruction des jeunes.

Si les résultats de cette analyse nous permettent déjà d'avoir quelques éléments de réponse à notre question de recherche, ils méritent d'être approfondis d'une part par une analyse multivariée qui permettra de contrôler plusieurs caractéristiques socio-économiques, démographiques et anthropologiques de la vulnérabilité, et d'autre part, par l'adoption d'une approche compréhensive approfondie pour une meilleure interprétation des tendances comportementales observées. Ces deux étapes constitueront l'objectif de la prochaine étape de cette étude.

**Mots clés : Vulnérabilité, jeunes, pratiques, comportements néfastes, santé, milieu urbain et périurbain, Bamako, Mali.**

- 
1. Maître Assistant en Santé publique à la FMPOS de Bamako
  2. Médecin santé publique Bamako
  3. Assistant, anthropologue au DER de Santé publique, FMPOS Bamako
  4. Chef du DER de Santé publique à la FMPOS de Bamako

## **Vulnerability of young people linked to practices and behaviours harmful to health in urban and suburban areas in Bamako. Mali**

### **Summary:**

In the context of implementing its project on changing the behaviours of young people and the challenges they face in their society, the "chantier jeunes" (youth growing site) has conducted a qualitative survey from September to October 2002 in three districts of Bamako: Bandiagara coura, Niaréla and Sikoroni. Using the method of interviews, this investigation was about to the total 1819 young of which 877 young men (48,2%) and 942 young women (51,8%) schooled and no schooled in the aimed districts. The object of the survey was to study the vulnerability of the young population in urban and perished urban environments of Bamako bound to practices and the ominous behaviors for health.

Survey showed that vulnerabilities bound to the sexual behavior (52,1% of the young), to the first pregnancy / the first birth (36,4% of the young) and to the consumption of alcohol and or tobacco (9,03% of the young) are influenced essentially by the sex and the level of instruction of the young.

If results of this analysis already permit us to have some elements of answer to our question of research, they deserve to be deepened on the one hand by an analysis multivariate that will permit to control several socioeconomic, demographic and anthropological features of the vulnerability, and on the other hand, by the adoption of an understanding approach deepened for a better interpretation of tendencies of behaviors observed. These two stages will constitute the objective of the next stage of this survey.

**Key words:** Vulnerability, young, practice, ominous behaviors, health, urban and perished urban environments, Bamako, Mali.

## I INTRODUCTION

La population juvénile représente près de 25 % de la population mondiale. Au Mali, la population des 12 – 25 ans compte environ 1 321 092 sujets masculins et 1 407 585 sujets féminins soit respectivement 27,2 % et 28,4 % de la population totale [1]. L'adoption par cette frange non négligeable de la population des pratiques et des comportements à risque pour leur santé tels le tabagisme, la consommation d'alcool et la non adhérence aux règles de protection contre les maladies sexuellement transmissibles ou les grossesses non désirées (pour les jeunes filles), constituent une véritable préoccupation de santé publique. En effet, d'autant que ces habitudes de consommation de produits nocifs et ces *habitus* sexuels concourent à aggraver leur situation sociale (pauvreté juvénile précoce), autant ils compromettent leur avenir sociétal (précarité humaine et sociale). Justement, malgré les performances économiques de la dernière décennie 1991-2000, le Mali demeure confronté à un défi majeur comme la réduction de la pauvreté et la promotion de la santé des populations, notamment des catégories vulnérables dont les adolescentes. Selon la stratégie nationale de lutte contre la pauvreté, près de 70 % de la population malienne vivent sous le seuil de la pauvreté absolue. Elle touche la population juvénile qui demeure confrontée à des problèmes majeurs de santé publique comme :

- les infections sexuellement transmissibles et le VIH-SIDA,
- les traumatismes et invalidités dus notamment aux avatars de la circulation routière,
- les maladies mentales sous forme de dépression et de psychose (addiction aux produits nocifs ou stupéfiants comme le tabac, l'alcool ou certaines drogues comme le chanvre indien)
- les grossesses précoces non désirées, les complications post-avortements clandestins, non ou sous-médicalisés viennent aggraver cette situation de précarité humaine et sociale des adolescents ou jeunes adultes.

A Bamako, l'enquête menée auprès de femmes en consultation dans des centres de santé a montré que 59 % des jeunes femmes déclarent vivre de complications (particulièrement des hémorragies) liées à ou aux avortements clandestins qu'elles ont subi [Konaté MK. et al, 1996]. Par ailleurs, la disparité des conditions de vie selon les zones rurales, périurbaines ou urbaines, accentue l'exode rural vers les villes et crée un déséquilibre entre la demande et l'offre qui fragilise davantage les jeunes. Ainsi, les problèmes de santé individuelle ou populationnelle posés par les pratiques et les comportements néfastes à la santé demeurent réels au sein de la population juvénile. Au Mali, plusieurs études se sont intéressées aux différents aspects des pratiques et des comportements néfastes à la santé des jeunes telles les grossesses chez les adolescentes [Nekan F, 1995] ; la toxicomanie [Traoré YD, 1989]; le tabagisme [Traoré MB, 1987] ou les comportements sexuels à risque [Traoré JM, 1998]. A ce jour, nous ne disposons que de données partielles et disparates sur ce fléau social. Aussi avons-nous décidé, dans le cadre du projet *Chantier Jeunes*, d'étudier ce phénomène social. Au Mali, plusieurs études se sont intéressées aux différents aspects des pratiques et des comportements néfastes à la santé des jeunes tels la grossesse chez les adolescentes [Nekan F, 1995] ; la toxicomanie

[Traoré YD,1989]; le tabagisme [Traoré MB, 1987] ou les comportements sexuels à risque [Traoré JM, 1998]. A ce jour, nous ne disposons que de données partielles et disparates sur ce fléau social. Aussi avons-nous décidé, dans le cadre du projet *Chantier Jeunes*, d'étudier ce phénomène social afin d'étudier la vulnérabilité de la population juvénile en milieu urbain et périurbain bamakois liée aux pratiques et aux comportements néfastes pour la santé.

## II. MATERIEL ET METHODES

Notre étude s'est déroulée dans 3 quartiers au sein du District de Bamako : Sikoroni<sup>6</sup>, Niaréla et Bandiagara-coura. Le choix raisonné de ces quartiers se justifie par les faits suivants :

- i. Sikoroni : Quartier périphérique semi-rural en Commune I (C.I) du District de Bamako, avec une concentration importante de migrants ruraux à revenu faible. Aussi dans ce quartier une enquête exploratoire avait été effectuée.
- ii. Niaréla : Vieux quartier du centre urbain situé en Commune II du District de Bamako, généralement habité par les autochtones de Bamako. Les jeunes y résidants n'ont connu relativement qu'une vie citadine ;
- iii. Bandiagara-coura : Quartier spontané, sous-quartier de la périphérie relevant de Sikoroni, sa spécificité est d'être une zone à exode rural assez prononcé. Le motif de son choix était de voir l'impact de la mobilité sur les jeunes.

La population d'étude était constituée par tous les jeunes de sexe masculin de 15 à 30 ans et par ceux de sexe féminin de 12 à 25 ans rencontrés au sein des trois localités d'étude, durant les enquêtes de passages . Les jeunes dans le « Chantier Jeunes », ont été définis en tenant compte de trois phases de l'entrée dans l'âge adulte qui correspondent à des âges selon le sexe :

- les adolescents (début de fréquentation du sexe opposé et initiation sexuelle) : 12-14 ans pour les filles et 15 à 19 ans pour les garçons,
- les jeunes de la tranche 15-19 ans pour les filles et 20-24 ans pour les garçons,
- les filles de la tranche 20-25 ans et les garçons de 25-30 ans .

Autrement dit, pour mieux cerner les difficultés du passage à l'âge adulte nous avons qualifié de jeunes tout sujet de sexe masculin âgé de 15 à 30 ans et tout sujet de sexe féminin âgé de 12 à 25 ans.

Il s'agissait d'une étude transversale, avec aussi une série de questions de type biographique, portant sur la vulnérabilité de la population juvénile en milieu urbain et périurbain bamakois liée aux pratiques et aux comportements néfastes pour la santé.

Au niveau de chaque quartier l'allocation des sujets à enquêter a été faite de façon raisonnée en tenant compte de

---

<sup>6</sup> Localement appelé Mékin-Sikoro.

l'importance de chaque quartier. Ainsi nous avons retenu 1203 sujets à Sikoroni, 316 sujets à Bandiagara-coura et 300 sujets à Niaréla.

Les sexes ont été répartis de façon équitable, c'est-à-dire 50% de sujets du sexe masculin et 50% de sujets du sexe féminin. A l'intérieur des quartiers le choix de l'unité statistique a été opéré de façon aléatoire.

L'enquête a été menée par interview à l'aide de questionnaires conçus à cette fin, comprenant six modules :

- le module 1 qui traite la gestion du temps ;
- le module 2 s'intéressant à l'entourage du jeune ;
- le module 3 qui retrace la biographie des jeunes par rapport à l'activité, la résidence, aux événements personnels et familiaux majeurs, et aux événements sanitaires ;
- le module 4 s'attachant à chercher des informations sur les activités des jeunes ;
- le module 5 axé sur les informations relatives aux IST/SIDA grossesses et aux comportements à risque.
- le module 6 qui s'appuie sur le statut social des jeunes, sur leur appartenance culturelle et sur les indicateurs socio-économiques correspondants.

### **Définitions opératoires des concepts**

#### *i. Définition de la vulnérabilité*

Au sens où nous l'employons, la vulnérabilité se définit par l'adoption par le jeune d'un certain nombre de comportements que nous estimons susceptibles de mettre en péril, de façon directe ou indirecte, son état de santé.

Le concept de vulnérabilité des jeunes par rapport aux pratiques et aux comportements néfastes à la santé n'étant pas sans ambiguïté, il nous a paru essentiel de réaliser une typologie pratique de comportements (cf figure 1) à partir des critères à la fois objectifs et opérationnels. Ainsi, nous avons groupé un certain nombre de critères à partir de trois composantes (comportements sexuels, comportements en rapport avec la première grossesse, comportements relatifs à l'usage de l'alcool ou/et du tabac) au sein desquelles la logique du ou des comportements adoptés par le jeune homme ou la jeune fille est relativement proche. Cette classification nous a conduit à définir trois niveaux de vulnérabilité spécifiques (Tableau I) à notre enquête.

Les données ont été saisies et analysées sur le logiciel SPSS. Le test du Chi carré a été utilisé pour vérifier la significativité de certains de nos résultats. L'étape ultérieure de l'étude procédera à l'analyse multivariée à l'aide de la méthode de régression linéaire

### **III. RESULTATS**

#### **1. Caractéristiques sociodémographiques de la population d'étude**

Au total 1819 jeunes dont 877 jeunes hommes (48,2%) et 942 jeunes femmes (51,8%) ont été inclus dans cette étude. Les jeunes de sexe masculin et féminin ne sont pas comparables pour les caractéristiques sociodémographiques relatives au statut matrimonial et au niveau d'instruction (tableau II). Dans les quartiers on relève le même constat pour le niveau d'instruction (Tableau III)

#### **2. Pratiques et comportements en matière de sexualité et de consommation de produits**

**pouvant entraîner une dépendance .**

##### **2.1 Comportements sexuels et protection contre les IST/SIDA**

Les jeunes hommes célibataires étaient plus actifs sexuellement (71,1% ont déjà eu des relations sexuelles) que les jeunes femmes de même statut (34,1%) ( $p=0,000$ ).

Dans le groupe des jeunes mariés, 54,0% de femmes et 59,2% des hommes ont signalé avoir fréquenté au moins deux partenaires.

Ces proportions atteignent 83,1% chez les jeunes femmes et 82,7% chez les jeunes hommes célibataires sexuellement actifs.

La moitié des jeunes hommes, et seulement 16,1% des jeunes femmes sexuellement actives ont déclaré avoir eu au moins une fois un rapport sexuel occasionnel ; parmi eux 59% de jeunes hommes et 15,7% de jeunes femmes ont eu recours aux préservatifs.

##### **2.2 Conditions des maternités/paternités**

Dans notre étude 36,9% de jeunes filles ont signalé avoir conçu au moins une grossesse. Parmi ses filles, les antécédents d'une grossesse (20,2%), de deux grossesses (8,5%), de trois grossesses (4,2%) et de quatre grossesses (4,0%) ont été relevés.

Par ailleurs 16,1 % jeunes hommes ont été l'auteur d'au moins une grossesse. Ces jeunes ont été les auteurs de grossesse une fois (12,5%), deux fois (2,7%), trois fois (0,3%) et quatre fois (0,5%).

L'âge médian des jeunes filles à la première grossesse était de 17 ans et celui auquel les jeunes hommes devenaient pères pour la première fois 22 ans.

La première grossesse hors mariage concernait plus les garçons (56,6%) que les filles (33,2%) ( $p=0,000$ ). Elle était fréquemment non souhaitée chez les garçons (39,9%) que chez les filles (23,2%) ( $p=0,000$ ).

### **2.3 Usage du tabac et de l'alcool**

Les jeunes ont déclaré fumer la cigarette (15,3%) et consommer de l'alcool (2,5%). La proportion de jeunes hommes fumeurs (98,9%) et consommateurs d'alcool (99,7%) est plus importante que celle des jeunes femmes (1,1% pour la cigarette ; 0,3% pour l'alcool).

Les jeunes hommes (0,5%) et filles (0,1%) déclarent exceptionnellement consommer des drogues.

### **3. Vulnérabilité chez les jeunes**

#### **3.1 Vulnérabilité en rapport avec les comportements sexuels**

Les 52,1% des jeunes avaient une vulnérabilité liée aux comportements sexuels. Il s'agissait de vulnérabilité de premier niveau (37,2%), de deuxième niveau (29,5%) et de troisième niveau (33,3%). Le niveau de cette vulnérabilité est influencé par le sexe, le niveau de vie des parents et le niveau d'instruction des jeunes (tableau IV).

#### **3.2 Vulnérabilité et comportements en rapport avec la première maternité/paternité**

L'étude a montré que 36,4% des jeunes ayant contracté (cas des jeunes filles) ou été l'auteur (cas des jeunes hommes) d'au moins une grossesse avaient une vulnérabilité en rapport avec la première/première naissance. Le sexe féminin était plus vulnérable que le sexe masculin ( $p=0,021$ ) ; Les jeunes dont les parents avaient un niveau de vie moyen étaient également plus vulnérables que les autres ( $p=0,048$ ) (Tableau IV).

#### **3.3 Vulnérabilité en rapport avec les comportements en matière de consommation**

##### **d'alcool et de tabac chez les jeunes hommes**

Du fait du très petit nombre d'observations pour les filles, l'analyse ici a porté uniquement sur l'échantillon masculin. Sur 1517 jeunes répondants 137 soit 9,03% avaient une vulnérabilité liée à la consommation d'alcool et ou de tabac. Les jeunes hommes les plus vulnérables étaient ceux appartenant à la tranche d'âge de 20-24 ans ( $p=0,000$ ) et ceux du premier cycle de l'enseignement fondamental (25,0%).

## **IV. DISCUSSION**

### **1. Caractéristiques sociodémographiques de la population d'étude**

Au niveau des caractéristiques sociodémographiques, l'étude a montré que les jeunes garçons sont généralement célibataires, font plus d'année d'étude et apprennent plus de petits métiers que les filles (Tableau II). Ces différences de significations sociodémographiques sont la conséquence d'une réalité socioculturelle discriminatoire à l'endroit du sexe



féminin jadis destiné exclusivement aux travaux de ménage.

A Bandiagara coura les taux significativement élevés de jeunes non scolarisés et les taux significativement faibles du niveau de vie des résidents selon notre échelle par rapport aux autres quartiers de l'étude (Tableau III) pourraient s'expliquer par le fait d'être une zone à exode rural assez prononcé, de création relativement récente et spontanée.

## **2. Pratiques et comportements en matière de sexualité et de consommation de produits**

### **pouvant entraîner une dépendance**

L'étude fait ressortir que les jeunes hommes (71.1%) sont plus actifs sexuellement que les jeunes femmes (34.1%) et ceci malgré leur statut de célibataire. Ceci laisse percevoir que la sexualité avant le mariage devient une réalité de plus en plus courante. Cette perception semble être justifiée par les taux retrouvés dans des études antérieures au Mali en 1993 (43,4%), 1996 (88,0%), 1997 (74,7%), 1998 (63,8-64,8%) et 2002 (59,6%) [7, 8, 9, 10,11].

L'âge moyen au premier rapport sexuel (16 ans pour les jeunes filles et 18 pour les garçons), la fréquentation d'au moins deux partenaires par 83,1% de filles et 82,7% de garçons célibataires, l'existence de rapport sexuel occasionnel chez la moitié des jeunes et 16,1 des filles avec faible recours au préservatif (59% par les garçons et 15,7% par les filles) constituent la preuve que les jeunes les plus exposés ne semblent pas être les plus conscients du danger qui les guettent en matière d' IST/SIDA.

La contraction de la grossesse par 36,9% des jeunes filles et la paternité chez 16,1% des jeunes hommes respectivement à un âge médian de 17 et 22 ans (pour les premiers cas de grossesse et paternité) confirme le comportement actif des jeunes au plan sexuel. La même tendance s'observe dans l'EDS 2001 [16] avec 40% des femmes qui sont déjà mères ou enceintes entre 15-19 ans et un quart (1/4) et trois quart (3/4) de jeunes hommes devenant pères respectivement à 19 et 25 ans.

Les premières grossesses hors mariage chez les garçons (56,6%) et les chez les filles (33,2%) et fréquemment non souhaitées chez les garçons (39,9%) que chez les filles (23,2%) ( $p=0,000$ ) pourraient être un indice témoignant de la non protection des rapports sexuels, en particulier les rapports occasionnels et hors mariage. Leur fréquence plus élevée chez les garçons que chez les filles ( $p=0,000$ ) serait probablement la conséquence de la différence de comportement sexuel (garçons sexuellement plus actifs que les filles selon cette étude).

Les proportions importantes de jeunes hommes fumeurs (98,9%) et consommateur d'alcool (99,7%) par rapport aux jeunes femmes (respectivement 1,1 et 0,3%) sont conformes à la relative tolérance de la société malienne qui conçoit mieux cette pratique chez le sexe masculin que féminin.

### **3. Vulnérabilité des jeunes**

Dans notre étude les vulnérabilités des jeunes liées au comportement sexuel (52,1%), en rapport avec la première grossesse / la première naissance (36,4%) et en rapport avec les comportements en matière de consommation d'alcool et de tabac (9,03%) n'ont pas été influencées par la durée de séjour et le nombre d'individus dans la concession. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les jeunes immigrants à Bamako tendent à ajuster leurs comportements à ceux de la ville de Bamako.

#### **3.1 Vulnérabilité en rapport avec les comportements sexuels**

Le sexe masculin (58,2%) est plus vulnérable que le sexe féminin (41,8%), Cela pourrait s'expliquer essentiellement par le fait que dans le domaine de la sexualité les facteurs socioculturels donnent plus de liberté au sexe masculin qu'au sexe féminin.

La vulnérabilité des jeunes hommes sans distinction d'âge et d'activités professionnelles est influencée par le niveau de vie de leurs parents. La raison peut être la facilité d'accès financièrement aux milieux viciieux et à divers points de récréation.

L'étude a révélé une forte influence du niveau d'instruction sur la vulnérabilité en rapport avec le comportement sexuel. Elle s'expliquera par en partie au relâchement des coutumes et traditions du fait de l'influence de l'éducation occidentale à travers des feuilletons télévisés et des vidéo ayant trait à la sexualité.

#### ***Vulnérabilité et comportements en rapport avec la première maternité/paternité***

La vulnérabilité à ce type de comportement des jeunes issus de parents à faible niveau de vie, serait du probablement à leur absorption totale par le souci d'améliorer leur niveau de vie. On peut aussi émettre l'hypothèse selon laquelle ce niveau de vulnérabilité serait plus lié aux indicateurs conjoncturels tels que le niveau de vie en terme monétaire objectif, qu'aux indicateurs de niveau de vie plus structurels.

Dans ce groupe, le sexe féminin était le plus vulnérable du fait du non recours à la contraception (91,2% des filles sexuellement actives), et de l'insuffisance d'information (seul 19,5% citent la pilule comme moyen de contraception).

#### **3.2 Vulnérabilité en rapport avec les comportements en matière de consommation d'alcool et de tabac chez les jeunes hommes**

L'étude a trouvé que les jeunes hommes de la tranche d'âge de 20-24 ans ( $p=0.000$ ) et ceux du premier cycle de l'enseignement fondamental ( $p<0,05$ ) étaient les plus vulnérables. La relative plus grande indépendance financière dans le premier cas et les conséquences (errance et oisiveté chez les jeunes, sentiment d'abandon et de négligence éprouvé

par rapport à leurs parents) de la programmation inconséquente du système scolaire (classe à double flux) exposerait ces jeunes à cette vulnérabilité.

## **V. CONCLUSION**

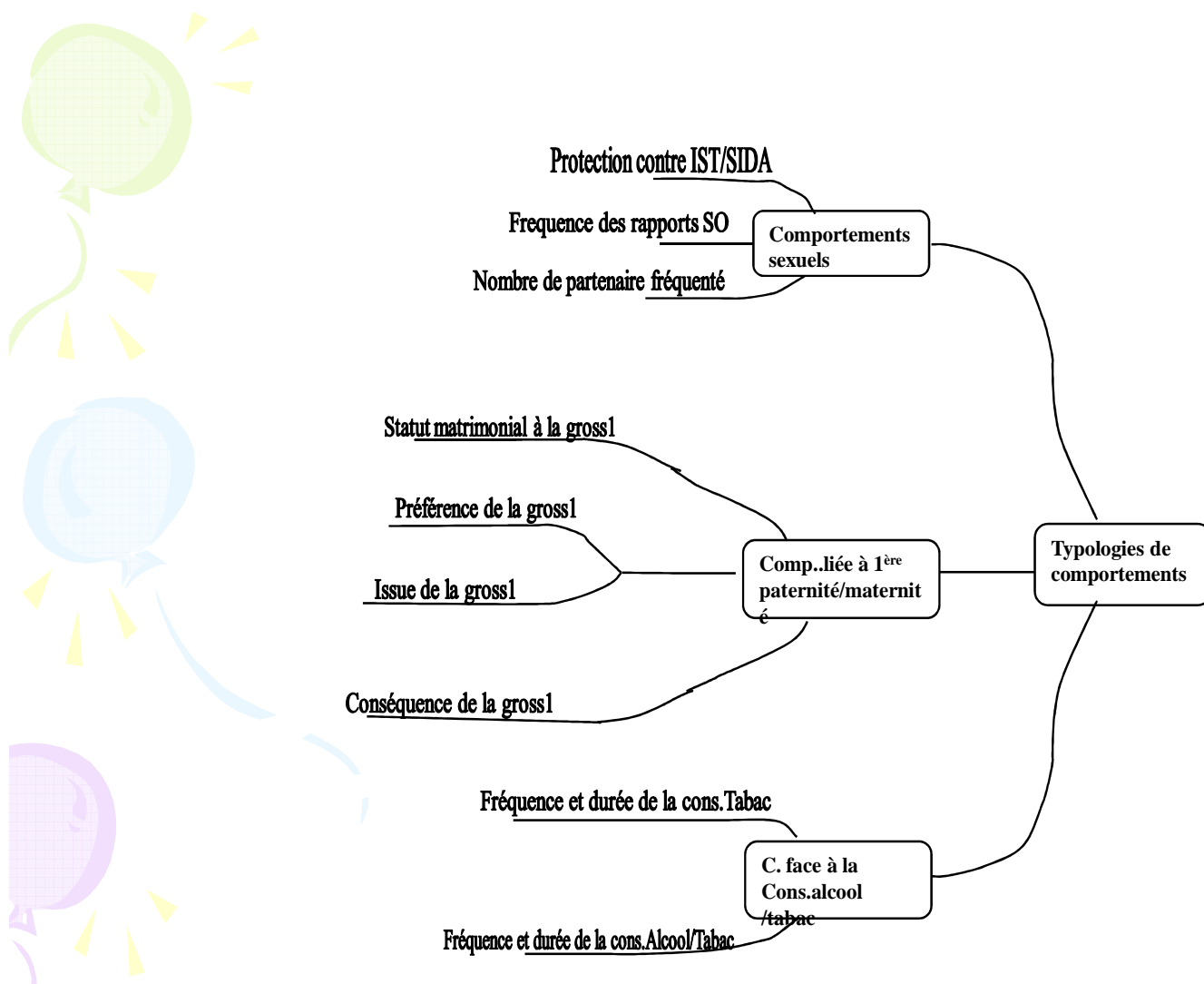
L'impression première qui se dégage de cette étude est que la vulnérabilité des jeunes est un problème aussi complexe qu'il dépend de plusieurs facteurs et causes. Les différences entre quartiers par rapport à la durée de séjour ne sont pas significatives, ainsi la mobilité seule ne saurait expliquer le phénomène. D'autres caractéristiques socio-démographiques du jeune interviennent en tant que facteurs influençant cette vulnérabilité.

Le rôle du niveau d'instruction, la pression de conformité au groupe socioprofessionnel auquel le jeune appartient, le sexe, l'impact du niveau de vie des parents ainsi que l'âge sont autant de facteurs qui influencent la vulnérabilité des jeunes aux pratiques et aux comportements néfastes à la santé.

Si les résultats de cette analyse nous permettent déjà d'avoir quelques éléments de réponse à notre question de recherche, ils méritent d'être approfondis d'une part par une analyse multivariée qui permettra de contrôler plusieurs caractéristiques socio-économiques, démographiques et anthropologiques de la vulnérabilité, et d'autre part, par l'adoption d'une approche compréhensive approfondie pour une meilleure interprétation des tendances comportementales observées. Ces deux étapes constitueront l'objectif de la prochaine étape de cette étude.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Direction nationale de la statistique et de l'informatique (DNSI) : Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Avril 1998 –
2. Konaté MK. et al. : 1996 - The social consequences of induced abortion in Bamako, Mali. Presented at the annual Meeting of Population Association of America, New Orleans, Louisiana, 8 p.
3. Nekan F : Facteurs de risque de grossesse chez les adolescentes célibataires de la commune IV. Thèse de Médecine, Bamako 1995, Mali, 75 p, N°39
4. Traoré Y D: Contribution à l'étude de quelques aspects socio- économique des toxicomanies dans le district de Bamako. Thèse de pharmacie de médecine, Bamako 1989, Mali, 228p, N°5.
5. Traoré MB: Diverse utilisation du tabac au Mali et leur incident sur la santé et le développement Thèse de pharmacie, Bamako 1987, Mali, 132 p, N°7.
6. Traoré J M: Etude du développement pubertaire et du comportement sexuel des filles en milieu scolaire Bamakois. Thèse de médecine, Bamako 1998, Mali, 140 p, N°26.
7. Théra S: Etude de la séroprévalence, des connaissances et des comportements sexuels en matière d'IST et SIDA chez les élèves de l'enseignement secondaire dans la région de Ségou : LAKCC, CETI, CTM, Lycée de Markala, IPEG, Lycée et IFP de San. Thèse de médecine, Bamako 2002, Mali, 70 p, N°51.
8. Diarra T et al : Etude CAP sur les MST /SIDA en direction des jeunes des milieux urbains et ruraux sur les MST/SIDA au Mali. Rapport Plan International, Bamako octobre 1996, Mali.
9. Sow Y: Sexualité des adolescents étude sur 531 cas dans le district de Bamako. Thèse Médecine, Bamako 1997, Mali, 69 p, N°16.
10. Camara M: - Contraception chez l'adolescente. Thèse de Médecine, Bamako 1993, Mali, 68 p, N°44.
11. Camara M: - les jeunes scolaires face à la sexualité. Thèse de médecine, Bamako 1999, Mali, 72 p, N°90.
12. Direction Nationale de la statistique et de l'informatique : Enquête Démographique et de Santé Mali (EDS III-M) Mali, 2001. Rapport de synthèse. 88 p



**Fig.I : Typologie de pratiques et de comportements des jeunes**

gross1= 1<sup>ère</sup> grossesse, cons.tabac=consommation de tabac, comp.= comportement

**Tableau I : Récapitulatif des différents niveaux de vulnérabilité**

Comportements Niveaux de vulnérabilité	Comportements sexuels (s'applique aux jeunes sexuellement actifs)	Comportements relatifs à la 1 <sup>ère</sup> grossesse (s'applique au jeunes ayant conçu ou été l'auteur d'au moins une grossesse)	Comportements en relation avec la consommation d'alcool et de tabac
<b>I</b>	Non-protection ou méthodes de protection inappropriées*	Première grossesse hors mariage	Fréquence et durée de la consommation de tabac sont réduites
<b>II</b>	I + rapport sexuel occasionnel	I + non souhaitée	Fréquence et durée de la consommation de tabac relativement plus élevées
<b>III</b>	II + fréquentations multiples	II + conséquences ennuyeuses et ou d'autres grossesses avec partenaires différents	II + consommation d'alcool

*\*Jeunes sexuellement actifs ayant mentionné : la pilule, le contrôle du cycle menstruel ou l'éviction de lame objets souillés comme moyen préconisé pour éviter les IST/SIDA*

**Tableau II : Caractéristiques sociodémographiques de la population de la zone d'étude**

Les différences entre les jeunes garçons et les jeunes filles

Caractéristiques	Garçons %		Filles		P
	n	%	n	%	
<b><u>Statut matrimonial</u></b>					
Célibataire	760	86,7	566	60,1	0,000
Fiancé	34	3,9	77	8,2	0,585
A vécu dans une union	83	9,4	298	31,6	0,000
<b><u>Niveau d'instruction</u></b>					
Non scolarisé	274	32,2	355	39,1	0,068
Primaire sans CEP	134	15,7	286	31,5	0,000
Second cycle sans DEF	232	27,3	192	21,2	0,167
DEF et plus	211	24,8	74	8,2	0,002
<b><u>Activité professionnelle</u></b>					
Etude	352	40,4	390	41,5	0,740
Petits métiers	310	35,6	65	6,9	0,000
Commerce	139	15,9	205	21,8	0,159
Sans activité	71	8,1	2	0,2	0,000
<b><u>Pratique religieuse</u></b>					
régulier	487	59,1	548	62,6	0,255
Irrégulier	271	32,9	289	33,0	0,993
Non pratiquant	66	8,0	39	4,5	0,935

**Tableau III : Récapitulatif de la répartition selon la durée du séjour, le niveau de vie et le niveau d’instruction dans les trois quartiers.**

Caractéristiques	Niarela		Sikoroni		Badiangara coura		P
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	
<b><u>Durée de séjour</u></b>							
4 ans et mois	75	25,0	236	19,7	92	29,3	<b>0,0368</b>
5 à 10 ans	35	11,7	129	10,8	46	14,6	-
Plus de 10 ans	190	63,3	834	69,6	176	56,1	<b>0,0017</b>
<b><u>Niveau de vie de la concession</u></b>							
Niveau faible	80	26,7	559	46,5	199	63,0	<b>0,0000</b>
Moyen	41	13,7	306	25,4	63	19,9	0,2546
élevé	179	59,7	338	28,1	54	17,1	<b>0,0000</b>
<b><u>Niveau d’instruction</u></b>							
Non Scolarisé	89	30,7	400	34,3	140	49,4	<b>0,0024</b>
Primaire sans CEP	66	22,8	294	25,2	60	19,9	0,6689
Second cycle sans DEF	74	25,5	277	23,8	73	24,2	0,944
DEF et plus	61	21,0	195	16,7	29	9,6	-
<b><u>Activité professionnelle</u></b>							
Etude	134	45,1	504	42,0	104	33,0	0,1375
Petits Métiers	57	19,2	239	19,9	79	25,1	0,8757
Commerçant	59	19,9	218	18,2	67	21,3	0,8713
Ménage	34	11,4	190	15,8	54	17,1	0,8061
Sans activité	13	4,4	49	4,1	11	3,5	0,8061
<b><u>Nombre de jeunes dans la concession</u></b>							
De 1 à 6 personnes	150	50,0%	532	44,3%	136	43,0%	0,3862
De 7 à 9 personnes	69	23,0%	337	28,1%	77	24,4%	0,6181
10 personnes et plus	81	27,0%	332	27,6%	103	32,6%	0,5521



# La problématique de l'utilisation des langues nationales au premier cycle de l'enseignement fondamental : cas du *fulfulde* dans la région de Mopti

PAMANTA D. \*

**RESUME :** Cet article est axé sur la problématique de l'utilisation des langues nationales au premier cycle de l'enseignement fondamental et leur impact sur le système éducatif malien. Pour atteindre l'objectif visé des enquêtes ont été organisées : un test comparatif entre un échantillon d'élèves utilisant concomitamment le *fulfulde* et le français, et un autre échantillon constitué d'élèves utilisant le français seulement ; des enquêtes auprès d'enseignants utilisant le *fulfulde* ; un entretien avec des parents d'élèves dont les enfants fréquentent une école utilisant le *fulfulde*. L'étude a noté un impact positif de l'utilisation du *fulfulde* sur l'apprentissage du français ; une possibilité de l'amélioration de la qualité de l'enseignement à travers l'utilisation des langues nationales ; une acquisition des parents d'élèves à la cause des langues nationales. Le problème de formation pédagogique et linguistique des enseignants a été souligné comme étant l'entrave la plus sérieuse à l'utilisation des langues nationales. Aussi, faudrait-il sensibiliser d'avantage les parents d'élèves pour leur pleine participation à la cause de l'école.

**SUMMARY :** This article is centred on the problematic of the use of national languages in primary education and its impact on the malian educative system. To reach the objective some investigations have been organised: a comparative test between a group of students using *fulfulde* and french, and an other group composed of students using only french ; some investigations from teachers using the *fulfulde* ; an interview with the parents of students who attended a *fulfulde* school. It revealed an positive impact of the use of *fulfulde* compared to learning in french ; a possibility of improving the quality of teaching through the use of national languages ; an acquisition of students'parents at the cause of national languages. The problem of pedagogic and linguistic training of teachers has been underlined as being the most serious hindrance of to use of national languages. So, must we campaign to make the parents of students sensitive to their full participation to the cause of school.

---

\*Institut des Langues Abdoulaye BARRY (ILAB), Unité Fulfulde Bamako BP : 62  
Tél : 20 22 41 62 – 66 78 25 18

# ***Introduction***

Le Mali à l'instar de nombreux pays en développement est confronté au problème de l'inadaptation de la langue du colonisateur dans l'éducation de base. Cet article s'inscrit dans le cadre d'une recherche en Sciences de l'Education sur cette problématique. Il vise à mettre en évidence les problèmes qui entravent le développement de l'école malienne à travers l'utilisation des langues nationales. L'étude part de l'expérience du *fulfulde*, langue utilisée dans beaucoup d'écoles de la région de Mopti. Pour atteindre cet objectif, des activités ont été entreprises : tests comparatifs entre élèves utilisant le français et ceux qui utilisent le *fulfulde* ; enquêtes auprès des enseignants et des parents d'élèves.

## **1. CONTEXTE**

C'est la Réforme de 1962 a exprimé la volonté d'utiliser les langues nationales dans le système éducatif. Depuis lors les nombreux foras (La Conférence de l'UNESCO à Bamako en 1966 ; *La Conférence des Cadres de l'Education* en 1968 ; *Le 2<sup>ème</sup> Séminaire National sur l'Education* en 1978 ...) s'étaient prononcé sans équivoque pour l'introduction des langues nationales dans l'enseignement formel. Entre 1979 et 1980 le projet verra le jour avec l'expérimentation du *bamanankan*. De nos jours, treize langues nationales (dont le *fulfulde*) sont utilisées dans le système formel. Il faudrait remarquer que le Mali prend de plus en plus conscience de l'utilité, voire même de la nécessité d'intégrer de plus en plus les langues nationales à l'école formelle et encourage beaucoup leur utilisation. Mais la présence de ces langues dans le système éducatif suscite aujourd'hui beaucoup d'interrogations : maîtres ne sachant pas conduire une leçon, élèves ne sachant pas lire, parents d'élèves non contents de la présence de leurs enfants dans une telle école...etc. Il convient donc d'analyser le problème et de proposer des solutions de sortie de crise. Cette action contribuera à faciliter la marche de l'école malienne et fera participer toute la communauté à la réussite de l'entreprise.

## **2. Les questions de la recherche**

Pour cerner la problématique de cette étude, il s'agissait de répondre à un certain nombre de questions sur :

- le rôle des langues nationales (à partir du cas du *fulfulde*) dans la lutte contre l'analphabétisme ;
- l'impact du *fulfulde* sur l'apprentissage du français ;
- la compétence en lecture chez les élèves formés sur la base *fulfulde*-français et ceux ayant le français comme base de formation ;
- le problème de la correspondance phonie-graphie entre certaines lettres de l'alphabet du *fulfulde* et du français ;
- la formation des enseignants ;
- les difficultés pédagogiques ;
- le matériel didactique ;
- les blocages psycholinguistiques ;
- l'attitude des parents face à la situation.

### 3. Approche méthodologique :

L'étude a privilégié la méthodologie qualitative. Elle vise surtout une représentativité des différents milieux où le *fulfulde* est utilisé. Mais c'est surtout la région de Mopti (CAP de Mopti) qui a été le champ d'action de la recherche en raison du nombre important d'écoles en *fulfulde* dans cette zone (73 sur 2 506 écoles). Quant aux données qui ont été utilisées, certaines ont été recueillies dans les structures du Ministère de l'Education (CPS et CAP) ; d'autres ont été collectées à travers un effectif basé sur des échantillons aléatoires d'enseignants, d'élèves et de parents d'élèves concernés par les enquêtes. Elles ont généralement été présentées sur des tableaux comparatifs.

### 4. Présentation générale du *FULFULDE*

La langue peule (dont le *fulfulde* est un dialecte) appartient au Groupe Atlantique de la famille Niger-Congo et possède un alphabet latin de 32 lettres qui sont : ' , a, b, ÿ, c, d, Û, e, f, g, h, i, j, k, l, m, mb, n, nd, nj, ng, â, ã, o, p, r, s, t, u, w, y, ñ.

**4.1. Sur le plan graphique :** une comparaison des signes graphiques du *fulfulde* et du français amène à observer que le *fulfulde* et le français ont en partage 22 graphèmes : a, b ; c ; d ; e, f ; g ; h ; i ; j ; k ; l ; m ; n ; o ; p ; r ; s ; t ; u ; w ; y. Cela veut dire que cette langue possède 22 lettres de l'alphabet français (soit 84,61%). Il reste 4 graphèmes du français n'existant dans l'alphabet *fulfulde* (soit 15,38%). Ce sont : q ; v ; x ; z. Cette grande analogie entre le *fulfulde* et le français du point de vue des signes graphiques est un grand avantage pour un apprenant fulaphone du français comme langue seconde.

**4.2. Sur le plan phonologique :** Une étude comparée du système de sons consonantiques du *fulfulde* et du français fait apparaître que le *fulfulde* et le français ont en partage 21 sons : [a], [b], [c], [d], [e], [f], [g], [i], [j], [dʒ], [k], [l], [m], [n], [ã] (ny) [ã] (gn), [o], [p], [s], [t], [u], [w]. Il restera tout juste 6 sons de la langue française que l'apprenant fulaphone aura à apprendre du français ; ces 6 sons sont : [R], [x], [v], [y], [z] et [ž]. Cette grande analogie entre les sons du *fulfulde* et du français est un grand avantage pour un apprenant fulaphone du français comme langue seconde. C'est donc sur les 6 sons du français, inconnus des fulaphones que les efforts doivent être portés dans l'apprentissage de cette langue seconde.

**4.3. Sur le plan morphologique :** le *fulfulde* est une langue à classes (ALIOU M., 1991) , c'est-à-dire que les termes lexicaux sont classés en groupes (autrement dit, en genres multiples ou indices de redondances. Ils possèdent le même indicateur.

#### Exemples :

Les mots de la classe <ndu> : *rawaandu* (chien) ; *suudu* (case, maison) ; *wowru* (mortier) possèdent le même indicateur (*ndu*) qui se retrouve au niveau de leurs suffixes. Dans une même classe, le classificateur permet d'établir un lien entre plusieurs catégories grammaticales entre elles.

#### Exemple :

*Ndee loonde helnde* (ce canari cassé).

Les mots ci-dessus qui sont des espèces grammaticales différentes appartiennent à la même classe identifiable grâce à leur classificateur : *ndee* (adjectif démonstratif) ; *loonde* (nom) ; *helnde* (participe).

**4.4. En syntaxe :** le statut de la phrase *fulfulde* offre les structures suivantes (LABATUT R. 1982) :

- En phrase simple : S+V+C

Exemple :        *Mi /soodii /puccu.*

Je /ai acheté/ cheval

J'ai acheté un cheval.

- En phrase composée est structurée en : phrase simple + connecteur de phrases + phrase simple.

Exemple :        *Mo yalti /non /mo dogi.*

Il sortit /puis/il s'enfuit.

Il sortit puis s'enfuit.

- En phrase complexe : Proposition principale + connecteur de phrases + Proposition subordonnée

Exemple :        *Ali åaaman/ nde mo finii*

Ali mangera / quand il se réveillera.

Ali mangera quand il se réveillera.

Cette organisation structurelle de la phrase peule montre qu'il\_y a une grande similitude entre elle et la phrase française.

## **5. le *fulfulde* au premier cycle de l'enseignement fondamental**

### **5.1. *Fulfulde* et école expérimentale**

C'est en octobre 1982 que l'utilisation du *fulfulde* avait débuté sous l'école expérimentale dans quatre écoles de la région de Mopti : Manako (C.A.P de Sévaré) ; Diondiori (C.A.P de Mopti) ; Kigney et Guilé (C.A.P de Ténenkou). Elle s'est poursuivie jusqu'en 1993-94. Comme matériel didactique, des documents écrits en français étaient traduits en *fulfulde* par les maîtres eux-mêmes. Au début, on y utilisait aussi les livrets d'alphabétisation de la Direction Nationale de l'Alphabétisation Fonctionnelle (DNAFLA). Vers la fin de l'expérimentation des spécialistes de l'IPN avaient rédigé des manuels à l'image des livrets d'alphabétisation en usage à la DNAFLA. Ces livres ne pouvaient par conséquent répondre aux normes pédagogiques de l'enseignement formel : ils étaient inadaptés à cette pratique pédagogique. Quant à la formation des enseignants, elle était quasi-inexistante par manque de formateurs qualifiés en langues *fulfulde*.

### **5.2. *Fulfulde* et Pédagogie Convergente**

C'est en Octobre 1994 que le *fulfulde* avait été introduit en P.C. dans les quatre écoles de l'expérimentation. Il y existait un matériel élaboré dans cette langue par les spécialistes du Ministère de l'Education Nationale, suivant les critères pédagogiques de la P.C. Quant aux effectifs d'écoles, il y avait 59 écoles qui pratiquaient la P.C. jusqu'en 2006-2007.

### **5.3. *Fulfulde* et Curriculum :**

C'est en 2002 que la mise à l'essai du curriculum a été appliquée dans quatre écoles de la Région de Mopti où la P.C. existait déjà en *fulfulde* : Moulaye DEMBELE et Diondiori (CAP de Mopti), Niakongo et Sampara (CAP de Sévaré). C'est en Octobre 2005 que la généralisation avait commencé dans d'autres écoles. Les élèves qui ont

suivi la mise à l'essai ont passé leur examen d'entrée en 7<sup>ème</sup> année en juin 2008. A la rentrée 2008-2009, ceux de la généralisation étaient en 2<sup>ème</sup> année du Niveau II (4<sup>ème</sup> année). En 2007-2008, il y avait 73 écoles curriculum qui fonctionnent à base du *fulfulde*.

## 6. Résultats d'évaluation :

Quelques résultats d'évaluation du C.F.E.P.C.E.F du CAP de Mopti peuvent permettre d'avoir une impression sur les écoles bilingues *fulfulde* – français et monolingues en français.

Tableau I ,Résultats d'évaluation du taux d'admission au C.F.E.P.C.E.F du CAP de Mopti dans les écoles bilingues *fulfulde* – français et monolingues en français de 1993 à 2009.

Années scolaires	% d'admission des écoles en <i>fulfulde</i> -français	% d'admission des écoles classiques en français
1993-1994	17,64%	48,25%
1997-1998	89,74%	72,12%
1998-1999	72,06%	60,89%
1999-2000	69,34%	70,68%
2000-2001	66,22%	56,74%
2001-2002	90%	61,74%
2002-2003	76,55%	53,16%
2003-2004	57,14%	62,96 %
2004-2005	78,47%	87,95%
2005-2006	80,07%	76,68%
2006-2007	89,74%	76,76%
2007-2008	81,99%	66,64%
2008-2009	85,25%	67,67%
<b>Moyenne :</b>	73,00%	66,31%

Sources :

- Données de 1973-1974 : rapports de rentrée scolaire de l'IEF de Mopti (1974-1975) ;
- Données de 1997-2007 : rapports de rentrée scolaire du CAP de Mopti (de 1997 à 2007) ;
- Données de 2007-2009 : rapports de rentrée scolaire du CAP de Mopti (de 2007-2009)

La lecture du tableau I montre que les résultats des écoles bilingues *fulfulde*-français aux examens d'entrée en septième année sont meilleurs à ceux des écoles classiques (respectivement 73,00% contre 66,31%). Dans ce type, il faudrait noter une amélioration de plus en plus affirmée des rendements scolaires car les résultats sont en croissance depuis l'introduction du *fulfulde* dans les écoles du CAP de Mopti. En 1993-1994 les résultats étaient catastrophiques : une des raisons en était l'hostilité des parents. De 1997 à nos jours, ils sont de plus en plus excellents. Un changement de mentalité des parents en a-t-elle une part de responsabilité ? Cette question trouvera sa réponse à travers les investigations auprès des parents d'élèves.

## 7. Les problèmes relatifs à l'utilisation du *fulfulde* au Premier Cycle

### 7.1. Recherche de l'information

Pour mieux cerner la problématique de l'utilisation du *fulfulde*, des investigations ont été menées dans des localités où cette langue est utilisée comme médium au premier cycle de l'enseignement fondamental.

#### 7.1.1. Sur le problème de compétence en lecture des élèves

Dans le but de mesurer l'importance de la compétence en lecture du *fulfulde*, des tests comparatifs ont été organisés dans le CAP de Mopti entre des élèves bilingues (*fulfulde*-français) et des élèves unilingues (français) avec des échantillons aléatoires. Les tests ont porté sur :

##### a. La lecture expressive du *fulfulde*

Le test a lieu en avril 2009 sur des échantillons recueillis en 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et année. Chaque échantillon est constitué de 35 élèves (5 élèves par école et pour chacune des trois années d'étude) recueillis dans les écoles suivantes : Ouro-Modi Dialloubé, Moulaye DEMBELE «B », Robert CISSE « A », Doundou, Diondiori, Bocary OUOLOGUEM « A »

#### **b. La lecture expressive du français :**

Le test a été effectué en novembre 2007 sur des élèves de 6<sup>ème</sup> année. Deux échantillons aléatoires avaient été constitués : l'un (l'échantillon A) regroupe 20 élèves subissant un enseignement bilingue *fulfulde*-français ; l'autre (l'échantillon B) regroupe 20 autres dont le français est le médium d'enseignement. Les deux échantillons ont lu le même texte écrit en français.

#### **c. La lecture silencieuse :**

Cette évaluation a eu lieu en novembre 2008 entre des élèves de 5<sup>ème</sup> année dont 10, de l'école Abdramane GUEYE 1 (CAP de Kayes RD) et 10 autres de l'école de Kayes Plateau 3 (CAP de Kayes RG). Les premiers (échantillon 1) subissent un enseignement bilingue *fulfulde*-français tandis que les seconds (échantillon 2) reçoivent un enseignement monolingue en français. Le test portait sur la résolution d'un problème pratique en calcul. Les deux textes à lire ont le même contenu : l'un (celui de l'échantillon 1) est en *fulfulde* et l'autre (celui de l'échantillon 2) en français. Il s'agissait de donner par écrit la réponse au problème posé.

#### **7.1.2. La correspondance phonie-graphie entre le *fulfulde* et le français**

Suite à l'expérience de la P.C, il a été remarqué que le problème de transfert des langues nationales vers le français est une difficulté au développement de l'école malienne. En P.C. le processus consiste à «Amener les enfants à une véritable appropriation de la langue maternelle, leur permettre de suivre le même cheminement pour l'acquisition d'une deuxième langue» (CIAVER 1996 : 20). Ce processus comporte des difficultés dues aux réalités des langues nationales et du français. Cette situation crée des cas d'interférences parmi lesquels, le problème de la correspondance phonie-graphie entre les deux langues. Le cas *fulfulde* – français a retenu l'attention de cette étude.

#### **7.1.3. Les problèmes évoqués par les enseignants**

Une enquête a été organisée sur 89 enseignants en activité dans des écoles utilisant en concomitance le *fulfulde* et le français, l'aide d'un questionnaire 25 (vingt et cinq) items. Les questions portent sur la formation, les questions pédagogiques, le matériel didactique et les blocages psycholinguistiques.

#### **7.1.4. L'attitude des parents d'élèves**

Les milieux fulaphones de la région de Mopti sont hostiles à l'école. Et cela n'est pas sans conséquence sur l'aspect matériel de l'école, l'état d'esprit des enseignants et par conséquent sur les résultats des élèves. C'est sur cette situation que TREFAULT avait attiré l'attention quand il affirmait : « Les gens d'ici sont hostiles à l'école. » (TREFAULT, 1999 : 251). Une telle étude avait été menée par HAIDARA (1990) sur l'avis des enseignants de Bamako. Il conclut que : « La majorité se dégage en faveur de l'innovation : 55,38% des enquêtés » (SKATUM I. 2000 : 63). Pour en savoir davantage, quatre questions fondamentales avaient été posées en 2007 à 176 parents d'élèves dont les enfants reçoivent un enseignement bilingue *fulfulde*-français : leur attitude sur le fait que leurs enfants fréquentent une telle école, leur opinion sur les rendements de ceux-ci, leur avis sur la poursuite de l'utilisation du *fulfulde* ainsi que la question de l'alphabétisation.

## **7.2. Résultats de l'étude**

### **7.2.1. Sur le problème de compétence en lecture des élèves**

Les tests comparatifs sur les compétences en lecture entre des élèves bilingues (*fulfulde*-français) et des élèves unilingues (français) ont donné les résultats suivants.

#### **a. En lecture expressive du *fulfulde***

En 1<sup>ère</sup> année deux élèves seulement sur 35 (soit 5,71%) ont obtenu la moyenne (sur 10 points) dans la reconnaissance des lettres de l'alphabet : on peut noter un mauvais résultat. En 2<sup>ème</sup> année trois élèves seulement sur 35 (soit 8,57%) ont obtenu la moyenne (sur 10 points) dans la lecture de mots simples. Ce sont des élèves des écoles Moulaye DEMBELE « B », Robert CISSE et Bocary OUOLOGUEM « A ». En 3<sup>ème</sup> année l'évaluation montre que 30 élèves sur 35 (soit 85,71%) ont obtenu la moyenne. Ce résultat laisse voir une grande compétence. Les résultats obtenus par cet échantillon sont notoires, car ils sont beaucoup meilleurs à ceux de la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année.

Les difficultés remarquées se résument à ceci : un manque de compétence dans l'identification des lettres de l'alphabet. La méthode pédagogique utilisée n'en a-t-elle pas une part de responsabilité ? L'on sait que dans ces classes, les élèves apprennent à lire suivant les principes de la méthode globale. Ce type d'apprentissage exige un long processus avant d'arriver à l'identification de chaque lettre. Cette pratique est inefficace. Pour amener les élèves à lire correctement tout ce qui leur tombe sous la main, il faudrait leur donner une base solide à travers les principes de la méthode syllabique (à l'aide des mots monosyllabiques et bisyllabiques). A cette seule condition, l'utilisation des langues nationales pourrait contribuer à lutter contre l'analphabétisme et l'illettrisme dans un pays comme le Mali<sup>7</sup>. Cette compétence doit nécessairement avoir une répercussion sur la lecture de la lecture du français.

Certes cette évaluation a montré de grosses difficultés en lecture mais révèle aussi que ces élèves sont capables d'amélioration. La maîtrise des principes de la lecture en langue maternelle pourrait être un puissant facteur de réussite scolaire.

#### **b. En lecture expressive du français :**

Les élèves qui ont suivi l'enseignement bilingue (échantillon A) sont meilleurs : respectivement 45% de réussite contre 25%, d'où une grande disparité. La raison est que ceux-ci profitent doublement de la pratique des deux langues en lecture. Ces résultats permettent de croire que l'impact de la langue nationale est positif sur l'apprentissage du français: les acquis en lecture du *fulfulde* facilitent celle du français.

#### **c. En lecture silencieuse :**

Avec 40% de réussite, l'échantillon 1 l'emporte de loin sur le 2 (qui n'a obtenu que 20% de réussite). Quelques élèves de l'échantillon 1 ont suivi le processus de résolution du problème. Cela suppose que ceux-ci ont mieux compris l'énoncé du problème car il était écrit dans leur langue maternelle. Deux élèves de l'échantillon 2 (sur 10 autres) seulement ont pu suivre la démarche nécessaire à la résolution du problème. Il faut conclure que l'échantillon 2 n'a pas de compétence en lecture silencieuse car ses élèves n'ont pas pu lire l'énoncé sous silence

---

<sup>7</sup> La situation d'analphabétisme est de 70,4% en 2002 (MEBALN 2008 :6)

et le comprendre.

Cette évaluation a montré que les deux échantillons ont un problème en lecture. Les difficultés existent tant avec le *fulfulde* et qu'avec le français. Cependant, les élèves bilingues possèdent plus de compétence.

### 7.2.2. Sur la correspondance phonie-graphie entre le *fulfulde* et le français :

Une telle étude avait été entreprise par LABATUT sur des scolaires du Cameroun où cette langue africaine, le *fulfulde* est le médium d'enseignement (LABATUT 1974). L'auteur était arrivé à la conclusion suivante : « Les élèves peuls confondent /i/ et /y/ ; le /e/ et le /œ/ ; le /z/ et le /s/ ; le /x/ et le /ž/ ; entendent difficilement les voyelles nasalisées et les groupes de plus de deux consonnes » (LABATUT 1974 : 33). Au Mali aussi, à l'entrée de l'apprentissage du français au premier cycle (vers la fin du Niveau 1 du curriculum), la lecture de certaines lettres du français pose de sérieux problèmes aux élèves qui ont utilisé le *fulfulde* comme outil linguistique. Le problème est que le français comporte certaines lettres dont la prononciation est différente de celle du *fulfulde* comme cela se remarque ci-dessous :

Lettres communes	Prononciation	
	<i>fulfulde</i>	français
<u>	[u] <u>Exemples</u> : <i>fururj</i> [fururj] « crépuscule » ; - <i>molu</i> [molu] « jumen » ; - <i>natude</i> [natude] « dessiner ».	[y] <u>Exemples</u> : - nu [ny] ; - elu [ely] ; - vu [vy].
<c>	[tɕ] <u>Exemples</u> : <i>caayu</i> [tɕa:ju] « gentillesse » ; - <i>gacce</i> [gatɕ:ɣ] (honte) ; - <i>cellal</i> [tɕɣl:al] « santé ».	[s] <u>Exemples</u> : <i>cette</i> [sɛt] ; <i>place</i> [plas] ; <i>ces</i> [sɛ]. [k] <u>Exemples</u> : <i>calebasse</i> [kalbas] ; <i>cahier</i> [kaje] ; <i>caler</i> [kaɛ].
<g>	[g] <u>Exemples</u> : - <i>gujjo</i> [gudz:ɰ] « voleur » ; - <i>nagge</i> [nag:ɣ] « bovin » ; - <i>maagude</i> [ma:gudɣ] « parer ».	[g] <u>Exemples</u> : <i>gâteau</i> [gato] ; <i>garder</i> [garde] ; <i>guerre</i> [gɣr] ; <i>guider</i> [gide]. [ʒ] <u>Exemples</u> : <i>geler</i> [ʒele] ; <i>juge</i> [ʒuʒ] ; <i>loge</i> [lɰʒ].



<j>	[dʒ] <u>Exemples :</u> - <i>jaaje</i> [ha:dʒʏ] « affaire ; préoccupation » ; - <i>wijude</i> [wudʒ:udʏ] « enduire » ; - <i>jannde</i> [dʒɔadʏ] « étude ; lecture ; apprentissage ».	[ʒ] <u>Exemples :</u> <i>jamais</i> [ʒamʏ] ; <i>jeter</i> [ʒete] ; <i>jeu</i> [ʒø] ;
<s>	[s] <u>Exemples :</u> - <i>sakke</i> [sak:ʏ] “cordonnier” ; - <i>kuuse</i> [ku:sʏ] “estomac” ; - <i>murseede</i> [mursʏ:dʏ] « être inutile ; être perdu » ;	[s] <u>Exemples :</u> <i>savon</i> [savõ] ; <i>sale</i> [sal] ; <i>serrer</i>  [z] <u>Exemples :</u> <i>chemise</i> [xemiz] ; <i>cousin</i> [kuzõʏ] ; <i>case</i> [kaz].
<y>	[j] <u>Exemples :</u> - <i>yaadu</i> [ja:du] « marche » ; - <i>yoppude</i> [jopudʏ] « laisser ; abandonner » ; - <i>yihude</i> [jihudʏ] « voir ».	[j] <u>Exemples :</u> - <i>voyage</i> [vwajaʒ] ; - <i>rayon</i> [rʏjõ] ; - <i>bicyclette</i> [bisiklʏt]

Le problème de correspondance graphie – phonie entre le *fulfulde* et le français est donc une difficulté à laquelle il convient de se pencher. En plus, l'étude avait montré que le français dispose de graphèmes inconnus de l'alphabet *fulfulde* (q ; v ; x ; z). Dans ce cas, il est nécessaire de préparer les élèves à la lecture de ces graphèmes contrastifs ou inconnus. Dans ce cas, il faudrait fournir aux enseignants un petit outil qui puisse les aider dans cette activité du transfert du *fulfulde* au français.

### 7.2.3. Les problèmes évoqués par les enseignants :

#### La formation :

Sur les 89 enseignants enquêtés 14 n'ont pas reçu une formation relative à l'utilisation du *fulfulde*, ce qui constitue un blocage. Il existe au sein de certaines écoles, des enseignants qui n'ont pas le profil et qui ne sont non plus formés en *fulfulde* alors qu'ils tiennent des classes où cette langue est le médium d'enseignement. Pour la réussite de l'enseignement dans cette langue, il faudrait que tous les enseignants en reçoivent une formation appropriée. Pour 48 enseignants sur 75 (soit 64%), la formation reçue ne permet pas d'enseigner en curriculum. Il y a donc un besoin urgent en formation. Un bon enseignement en curricula nécessite que le contenu de la formation soit consistant (programme mieux étoffé, formateurs bien formés et matériel disponible). 60 (soit 80% des enquêtés) affirment que le temps accordé aux formations et recyclages est insuffisant. Il faudrait donc prolonger les sessions de formation (de 21 à 30 jours).

#### Les questions pédagogiques :

61 enseignants sur 89 (soit 68,53% des enquêtés) ont des problèmes en orthographe du *fulfulde*, ce qui indique

qu'il y a chez ces derniers un besoin en formation linguistique et grammaticale. C'est surtout en L.C. (Langues et Communication) que les enseignants ont des difficultés (73,03% des répondants). Il s'agit là d'un domaine prioritaire auquel il convient de donner aux enseignants une formation solide, car étant la base de tous les autres apprentissages. 52 enseignants sur 89 (soit 58,42% des répondants) indiquent qu'ils ne maîtrisent pas les techniques d'animation des éléments de l'unité pédagogique de la P.C. 53 sur 89 enseignants (soit 59,55%) sont acquis à la cause de la méthode globale.

#### **Le matériel didactique :**

- 68 enquêtés sur 89 (soit 76,40%) possèdent des documents relatifs à cette langue ;
- 69 enseignants sur 89 (soit 77,52%) confirment que les documents disponibles sont conformes à l'enseignement donné ;
- 55 (soit 61,71%) ont confirmé la disponibilité des livres chez les élèves ;
- 64 (soit 71,91%) disent que le contenu des livres est conforme au niveau des élèves ;
- pour 70 enquêtés (soit 78,65%) la culture du milieu des élèves est-elle prise en compte dans le contenu des livres *fulfulde*.

#### **Les blocages psycholinguistiques :**

- 39 répondants sur 89 seulement (soit 43,82% des enquêtés) pensent que l'utilisation du *fulfulde* constitue un frein à l'apprentissage ;
- 28 enseignants sur 47 (soit 59,57%) souhaitent la poursuite du curriculum ;

Il ressort de cette enquête que la difficulté majeure qui handicape l'utilisation des langues nationales est le manque de formation. Si cette question est résolue, beaucoup de difficultés évoquées (surtout les problèmes pédagogiques) trouveront leurs solutions. Pour la réussite du système éducatif, il faudrait accorder à la formation toute l'importance qu'il lui faudrait.

#### **6.2.4. L'attitude des parents d'élèves :**

L'entretien avec des parents d'élèves a donné les résultats suivants :

- sur les 176 personnes rencontrées, 145 (soit 82,38%) ont manifesté le plaisir de voir leur enfant fréquenter une école en langue nationale. Ce taux montre que ceux-ci ont compris l'intérêt de l'instruction en général ;
- 141 sur 176 parents (soit 80,11%) sont satisfaits des résultats obtenus par leurs enfants ;
- 154 personnes sur 176 (soit 87,5% des répondants) souhaitent la poursuite de l'utilisation de cette langue à l'école ;
- sur les 91 personnes non alphabétisées, il y a 82 (soit 90,10%) qui ont exprimé leur volonté d'être alphabétisées.

### **8. SUGGESTIONS**

Pour améliorer l'utilisation de cette langue au premier cycle, il faudrait :

#### **7.1. Du côté des enseignants :**

##### **Dans le domaine de la formation :**

- donner une bonne formation ou un recyclage régulier aux sortants des IFM ;
- former tous les enseignants locuteurs de cette langue à la maîtrise de son orthographe pour mieux asseoir leur enseignement ;

- former les enseignants à la transcription phonétique *fulfulde* et du français pour faciliter le transfert entre la langue de départ et celle d'arrivée ;
- former les maîtres à la dialectologie contrastive en y indiquant les traits communs et les différences ;
- introduire la grammaire *fulfulde* dans les programmes de formation continue ;
- introduire la transcription phonétique du *fulfulde* et du français dans les programmes des écoles de formation ;
- prévoir une exposition-vente de livres lors des sessions de formation pour donner aux maîtres l'occasion de découvrir des documents pédagogiques.

**Dans le domaine pédagogique :**

- procéder à l'évaluation des maîtres formés, dans la maîtrise de l'outil linguistique ;
- évaluer la P.C. et le curriculum de l'enseignement fondamental ;
- simplifier la méthode de lecture (méthode globale) en y associant la syllabique depuis la 1<sup>ère</sup> année du Niveau 1 ;
- recruter des conseillers pédagogiques et des enseignants maîtrisant la langue d'enseignement ;
- alléger les programmes des curricula à tous les niveaux ;
- encourager l'utilisation du *fulfulde* au premier cycle ;
- accorder suffisamment de temps à l'enseignement de cette langue ;
- privilégier les échanges pédagogiques entre écoles ;
- alléger les contraintes liées à la préparation des leçons en curricula ;
- continuer avec la mise à l'essai du curriculum, en y maintenant la pratique de la P.C. (certaines écoles sont passées aux curricula sans formation en P.C.) ;
- mettre au point des instruments simplifiant la correspondance phonie-graphie langues nationales et langue française ;
- alléger les scénarios d'emploi du temps des curricula ;
- limiter les effectifs dans la fourchette de 30-50 élèves par classe pour pouvoir appliquer la méthodologie différenciée ;
- revoir l'étude systématique des consonnes prénasalisées du *fulfulde* et retirer celles-ci de l'alphabet de cette langue ;
- introduire la transcription phonétique du *fulfulde* et du français dans les programmes des écoles en langues nationales ;
- continuer à instrumenter les langues nationales pour les rendre plus performantes ;
- doter toutes les écoles utilisant les langues nationales, de bibliothèques ;
- assurer des suivis réguliers (nationaux, régionaux, de proximité) des classes *fulfulde*.

**Dans le domaine du matériel didactique :**

- pourvoir les maîtres et les élèves de documentation et de matériel adapté et suffisant ;
- procéder à une répartition équitable des manuels entre les écoles ;
- faire parvenir à temps le matériel didactique dans les écoles ;
- améliorer les manuels scolaires existants (relecture de ces documents) ;
- élaborer d'autres manuels adaptés avec le niveau d'étude des élèves ;
- concevoir pour les maîtres, des guides servant à l'utilisation des livres existants ;

- mettre l'accent sur l'équivalence *fulfulde-pulaar* lors de l'élaboration des manuels scolaires ;
- rendre l'école plus moderne en la dotant en ordinateurs comportant des logiciels en langues nationales et en assurer la connexion à l'Internet.

#### **Dans le domaine de la motivation :**

- prévoir des mesures d'accompagnement améliorant le niveau de vie des enseignants (par exemple, une prime pour les maîtres qui suivent l'enseignement en langue *fulfulde*) ;
- ramener la pratique de cités d'enseignants ;
- motiver les élèves concernés par l'enseignement en langue *fulfulde*, par des prix et la gratuité des frais scolaires ;
- encourager la production littéraire ;
- transformer en écoles *fulfulde* celles dont la communauté exprime le besoin.

#### **7.2. Du côté des parents d'élèves :**

- construire des centres d'alphabétisation et alphabétiser les parents d'élèves pour qu'ils puissent aider les enfants ;
- créer des cadres de concertation avec les partenaires (APE, CGS, ONG, communautés...) et les impliquer dans la gestion de l'école ;
- créer partout des cantines scolaires ;
- mener une large campagne de sensibilisation auprès des parents d'élèves et de toute la communauté fulaphone sur le bien-fondé de l'enseignement en langues nationales en faveur de leur adhésion à la cause de l'école ;
- passer par les enseignants et les médias pour réussir cette sensibilisation.

## ***Conclusion générale***

De 1982 à 2008, l'expérience des langues nationales à comme médium d'enseignement se révèle avantageuse au premier cycle de l'enseignement fondamental et doit retenir l'attention des décideurs. Cependant la présente étude a montré que cette utilisation est confrontée à plusieurs problèmes : ressources humaines, problèmes pédagogiques, matériel didactique, blocages psycholinguistiques et attitude des parents. Il en faudrait des solutions urgentes pour assurer le développement de l'école. A travers cette étude menée sur l'expérience du *fulfulde* dans la région de Mopti, l'on peut affirmer que la concomitance langues nationales - français pourrait être un facteur de réussite si ces conditions étaient remplies. En outre, la promotion de l'école malienne nécessite prioritairement que soient revus certains facteurs comme la formation des maîtres car elle est reconnue comme la plus déterminante. Beaucoup d'enseignants utilisant le *fulfulde* dans le CAP de Mopti sont seulement formés au Niveau 1 du curriculum (et pas avec les autres niveaux). Mais cette formation s'avère insuffisante en contenu et en durée. Aussi, faudrait-il qu'elle soit bonne, et dans la connaissance objective de l'outil linguistique, et dans les pratiques pédagogiques. En plus, le manque de matériel est un des grands défis à relever en vue de permettre aux enseignants d'atteindre leurs objectifs dans la pratique du curriculum.

L'utilisation des langues nationales dans le système éducatif montre plus de forces que de faiblesses. Elle est porteuse d'espoir pour le Mali. Mais compte-tenu des contraintes notées par cette étude (matériel didactique non encore prêt et enseignants non formés à tous les niveaux), il faudrait continuer à mieux asseoir les acquis de la P.C, et d'achever sa généralisation car elle est le socle du curriculum.

L'étude a permis de savoir que les parents d'élèves foulaphones se soucient maintenant de la scolarisation de leurs enfants : ils les soutiennent, les encouragent à étudier et sont maintenant conscients de l'importance de l'éducation en général. En réalité, le succès de la promotion de cette école dépendra dans une large mesure de leur adhésion. Il appartiendra donc à l'Etat de favoriser leur participation à la cause de l'école, notamment par une large campagne de sensibilisation et des actions concrètes qui allégeraient leurs charges scolaires. Aussi, faudrait-il construire des centres d'alphabétisation dans les milieux qui abritent ces écoles pour répondre aux besoins exprimés. Cette action pourra faire participer toute la communauté à la réussite de l'entreprise.

Certes, si cette étude a permis de révéler que l'utilisation des langues nationales au premier cycle est salubre pour l'école malienne, elle pose également la problématique de leur poursuite au second cycle, au secondaire et même au supérieur. Cette étude comporte des résultats dont la prise en compte aideront les autorités scolaires à améliorer la qualité de l'éducation.

## SIGLES ET ACRONYMES

AE	Académie d'Enseignement
C.A.P	Centre d'Animation Pédagogique ; Certificat d'Aptitude Professionnelle
C.I.A.V.E.R	Centre International Audio-Visuel d'Etudes et de Recherches
C.F.E.P.C.E.F	Certificat de Fin d'Etudes du Premier Cycle de l'Enseignement Fondamental
D.C.A.P	Direction de Centre d'Animation Pédagogique
D.N.A.F.L.A	Direction Nationale de l'Alphabétisation Fonctionnelle et de la Linguistique Appliquée
L.C.	Langues et Communication
U.N.E.S.C.O	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

## BIBLIOGRAPHIE :

ACCT-DNAFLA, 1983, *MAPE (Promotion des Langues Manding et Peul) - Dialectes fulfulde du Mali*, Bamako, Imprimerie DNAFLA, 288 PP.

ALIOU Mohamadou., 1991, *Classificateurs et représentation des propriétés lexicales en peul – Parlers de l'Adamawa*, Institut National des Langues et Civilisations Orientales (INALCO), Thèse de Doctorat, 238 PP.

CIAVER, 1996, *La Pédagogie des Langues – Théorie et pratique*, 399 PP

CIAVER, 1997, *Pédagogie Convergente – Principes d'élaboration de matériaux pour l'apprentissage des langues nationales et du français à l'école fondamentale*.

HAIDARA Mamadou Lamine, 1990, L'attitude des maîtres en service dans les écoles de Bamako face à l'introduction des langues nationales dans l'enseignement, mémoire de Maîtrise, ENSup ; Bamako ;

IPN, 1962, *La Reforme de l'enseignement au Mali*, Bamako

LABATUT R. 1982, *La Phrase peule et ses transformations*, Université de Lille III, France, 509 PP.

MEBALN, 2007, *Forum national sur le curriculum de l'enseignement fondamental : Bamako du 25 au 29 mars 2008 - Rapport général*, Bamako, 8 p.

M.E.B.A.L.M. 2008, Rapport général du Forum national sur l'Education – 30 et 31 octobre – 1<sup>er</sup> et 2 novembre 2008, Primature, Bamako, 76 p.

MEN, 1995, *Utilisation des langues nationales dans le système éducatif malien* (cas de l'Education de Base), Bamako, 46 pp.

MEN, 1997, *Programme de Décennal de l'Education : Cadre général d'orientation*, Bamako.

MEN-CNE 2004, *Curriculum de l'Enseignement Fondamental- Guide du maître- Niveau 1- 1<sup>ère</sup> année* ; Bamako.

PIERRET Jean Marie, 1983, *Phonétique du français*, Cabay Louvain- La Neuve , 245 PP ;

SKATUM Ingse, 2000, *L'Ecole et les langues nationales au Mali*, Helsinki, 186 PP.

TREFAULT Thierry, 1999, *L'école malienne à l'heure du bilinguisme*, Québec, 384 PP

TIOULENTA T., 1991, *Les emprunts lexicaux du peul au bambara et au français-aspects sociolinguistiques et problématique d'intégration*, Thèse de Doctorat, EHESS, Paris, 374 PP.

## **Evaluation de couverture vaccinale par la méthode LQAS dans la commune II du District de Bamako**

DIAWARA A.<sup>1</sup>, COULIBALY A.<sup>2</sup>, SANGHO H.<sup>3</sup> DIAWARA F.<sup>4</sup>, SIMAGA S.Y.<sup>5</sup>

### **RESUME**

Au Mali, le Programme Elargi de Vaccination (PEV) constitue une des stratégies essentielles de réduction de morbidité et de mortalité infantiles. Après vingt ans de mise en œuvre, l'objectif de 80% de couverture vaccinal, reste difficilement atteignable au plan national, et les couvertures rapportés en routine par les différentes structures de santé sont généralement en contradiction avec les résultats des quelques rares enquêtes en population réalisées. C'est ainsi que cette étude a été initiée de mars à juin 2007 pour évaluer de façon rapide et économique le niveau de performance de la couverture vaccinale dans la commune II du district de Bamako.

Il s'agissait d'une enquête de couverture vaccinale des enfants de 12 à 23 mois révolus résidents depuis au moins 3 mois dans la commune et de leurs mères de 15 à 49 ans.

De l'étude il ressort, que  $94 \pm 5\%$  des enfants de 12 à 23 mois ont reçu le DTCP3,  $92 \pm 5,3\%$  le vaccin contre la rougeole et  $91 \pm 5,4\%$  complètement vacciné contre les 6 maladies cibles du PEV (tuberculose, diphtérie, tétanos, coqueluche, poliomyélite, rougeole). Dans la commune,  $78,4 \pm 7\%$  des mères ont reçu au moins deux doses VAT.

Selon notre étude, aucun centre n'est supposé avoir un taux de couverture vaccinale inférieur à 80% en DTCP3, rougeole et VAT dans sa zone d'intervention.

La performance constatée est surtout l'expression d'un acte vaccinal à maintenir au niveau de la commune II. Cependant son appréciation doit tenir compte de la situation épidémiologique des maladies évitables par les vaccinations concernées dans la dite commune.

**Mots clés :** Couverture vaccinale, Echantillonnage par contrôle de qualité des lots (LQAS), mères, enfants, Commune II, Bamako, Mali.

- 
1. Maître Assistant en Santé publique à la FMPOS de Bamako
  2. Médecin-chef de la commune II
  3. Maître Assistant en Santé publique à la FMPOS de Bamako
  4. Médecin stagiaire
  5. Professeur de santé publique, Chef du DER de Santé publique à la FMPOS de Bamako

## SUMMARY

In Mali, the extended of vaccination programme (EPV) constitutes one of the essentials strategies for the reduction of children's morbidity and mortality. Twenty years after it implementation, the objective of 80% of immunization coverage at the national level is still unreachable, and the usual data of vaccination for different health centers generally aren't in accordance with some rarely surveyed population. For this reason, this study is initiated to evaluate in a rapid and economical way the performance of immunization coverage in the Commune II of Bamako's district.

The survey was about immunization coverage of children aged between 12 to 23 months who have been living in the commune for at least 3 month and their mothers 15 – 49 years old, using lot quality assurance sampling (LQAS) method. Lots are chosen at random sampling from areas covered by the immunization's centers of the commune.

According to the survey,  $94 \pm 5\%$  of children aged 12 to 23 months have received DTCP3,  $92 \pm 5,3\%$  the vaccin against measles, and  $92 \pm 5,3\%$  had been completely vaccinated against six targeted diseases of EPV.(tuberculosis, diphtheria, tetanus, whooping cough, poliomyelitis, measles). In the commune  $78,4 \pm 7\%$  of children's mothers have received at least two doses of vaccine against tetanus (VAT2).

According to the survey, no any center is reported to have an immunization coverage rate lower than 80% for DTCP3, measles and VAT in her intervention area.

The observed performance shows vaccinal effort, that we must maintain in the commune II. However this appreciation underline the necessity to consider epidemiological situation of targeted diseases in the commune.

**Keys Word:** Immunization coverage, lot quality assurance sampling (LQAS), mothers, children, Commune II, Bamako.

## I. INTRODUCTION

Au Mali, le Programme Elargi de Vaccination (PEV) a été lancé officiellement le 11 décembre 1986. Ce programme initialement visait à réduire chez les enfants de moins de 6 ans la mortalité et la morbidité liées aux six maladies cibles du PEV à savoir : la tuberculose, la diphtérie, le tétanos, la coqueluche, la poliomyélite, la rougeole. Pour la réalisation de cet objectif le PEV devrait atteindre un taux de couverture vaccinale d'au moins 80% des populations cibles se limitant actuellement aux enfants de moins d'un an et aux femmes de 15 à 49 ans.

L'évaluation de couverture vaccinale d'envergure nationale conduite en 1998 et l'enquête démographique et de santé (EDSM-III) en 2001 ont trouvé que les taux des enfants de 21 à 23 mois complètement vaccinés contre les six maladies cibles du PEV étaient respectivement de 66.4% et 60,8% pour le district de Bamako [1 ,2]. Selon respectivement les mêmes sources, les taux des femmes de 15 à 49 ans ayant reçu au moins 2 doses de vaccin



antitétanique (VAT) en 1998 (VAT2 =41,1%, VAT3=25,2%, VAT4=17,8%, VAT5=12,1%) et 2001 (54,9%) n'avaient pas atteint l'objectif de couverture fixée dans le district. Cependant, les données de routine rapportées en 2003 par la commune II du district de Bamako pour les enfants ayant reçu le DTCP3 (129,1%) à leur premier anniversaire, et les femmes de 15 à 49 ans ayant reçu au moins 2 VAT (104%) dépassaient les objectifs fixés [3]. Dans ce contexte, la nécessité d'apprécier ces couvertures vaccinales par une enquête en population s'imposait. Pour la réalisation de cette enquête, la méthode classique de sondage en grappe jusqu'ici utilisée par les différentes évaluations antérieures s'est confrontée à des contraintes financières et de temps. Ainsi, il convenait donc d'utiliser des méthodes simples, rapides et économiques pour cette évaluation. La méthode de « Lot Quality Assurance Sampling » (LQAS), ou échantillonnage par contrôle de qualité des lots, déjà utilisée en santé publique dans le cadre de l'évaluation de la couverture vaccinale [4,5], présente les caractéristiques requises. Son application à notre cas permettra non seulement de vérifier les données fournies par la routine, mais d'avoir l'idée de l'existence dans la commune des aires de santé à faible couverture. A cet effet les objectifs suivants ont été retenus : i) Déterminer le taux de couverture en DTCP3 des enfants de 12 à 23 mois, ii) Déterminer le taux des enfants de 12 à 23 mois vaccinés contre la rougeole, iii) Déterminer le pourcentage des femmes en âge de procréer de 15 à 49 ans ayant reçu au moins deux doses de vaccin antitétanique lors de leur dernière grossesse , et iv) Identifier les zones à faibles taux de couverture en DTCP3, contre la rougeole et en VAT.

## II. METHODOLOGIE

L'étude s'est déroulée de mars à avril 2004 dans la commune II du District de Bamako. La commune II comprend douze quartiers desservis en matière de vaccination par cinq centres de santé communautaires (ABOSAC, BONIABA, ASACOH, ASACOME, BENKADI) et le centre de santé de référence de la commune (CSRef). La vaccination est faite en stratégie fixe au niveau de ces différentes structures sanitaires.

Il s'agissait d'une enquête de couverture vaccinale portant sur les enfants de 12 à 23 mois révolus résidents depuis au moins 3 mois dans la commune et les mères de 15 à 49 ans de ces enfants.

Six lots de 19 enfants âgés de 12 à 23 mois soit un total de 114 enfants dont 58% de sexe masculin et 42% de sexe féminin ont été enquêtés dans la commune.

Les mères de ces enfants, soient 114 femmes âgées de 15 à 49 ans ont également été enquêtées.

Le statut vaccinal des cibles de l'étude était établi à partir de la carte de vaccination ou du carnet de santé.

L'enquête a été conduite en utilisant la technique d'échantillonnage par contrôle de qualité des lots (LQAS). Les lots ont été tirés au hasard au niveau des zones de couverture en matière de vaccination des six centres de

vaccination de la commune.

Nous avons utilisé un plan de sondage ( $n=19$ ,  $d=6$ ) à partir d'une table LQAS pour un seuil supérieur de 80%, un seuil inférieur de 50% et un risque  $\alpha \leq 10\%$ .

Nous avons considéré comme « lot », chacune des zones de couverture en matière d'immunisation des CSCOM et du CSRef. Des échantillons  $n_i$  d'enfants de 12 à 23 mois et de femmes de 15 à 49 ans ont été tirés au hasard au niveau des lots. A cet effet nous avons utilisé un plan de sondage ( $n=19$ ,  $d=6$ ) à partir d'une table LQAS [6] pour un seuil supérieur de 80% (objectif national de couverture du PEV au Mali), un seuil inférieur de 50% et un risque  $\alpha \leq 10\%$ .

### **III. RESULTATS**

#### ***Couverture vaccinale des enfants de 12 à 23 mois***

Le taux d'enfants de 12 à 23 mois ayant reçu dans la commune le DTCP3 est estimé à  $94 \pm 5\%$ .

De l'étude, il ressort que tous les CSCOM et CSRef ont réalisé un taux de couverture en DTCP3 égal ou supérieur à 80% dans leurs zones d'intervention (Fig 1).

En ce qui concerne la vaccination contre la rougeole, le taux d'enfants vaccinés dans la commune est estimé à  $92 \pm 5,3\%$ . Il est estimé égal ou supérieur à 80% dans les zones d'intervention des différents CSCOM et CSRef (fig 2) en référence à la valeur de décision (6) soit au moins 13 sujets vaccinés (68,4%) par lot.

Dans la commune, le taux d'enfants de 12 à 23 mois complètement vaccinés contre les 6 maladies cibles du PEV (tuberculose, diphtérie, tétanos, coqueluche, poliomyélite, rougeole) dans la commune a été estimé à  $91 \pm 5,4\%$ .

De cette étude, il ressort que tous les CSCOM et CSRef ont réalisé un taux d'enfants complètement vaccinés égal ou supérieur à 80% dans leur zone d'intervention (fig3).

#### ***Couverture vaccinale des mères de 15 à 49 ans***

Dans la commune,  $78,4 \pm 7\%$  des mères ont reçu au moins deux doses VAT. Au niveau des zones de couverture de chaque unité de production (CSCOM), le taux de mère ayant reçu le VAT2 est supposé être égal ou supérieur à 80% (fig 4).

Dans la commune les cartes de vaccination étaient bien conservées par les mères avec un taux de  $94,7 \pm 4\%$ .

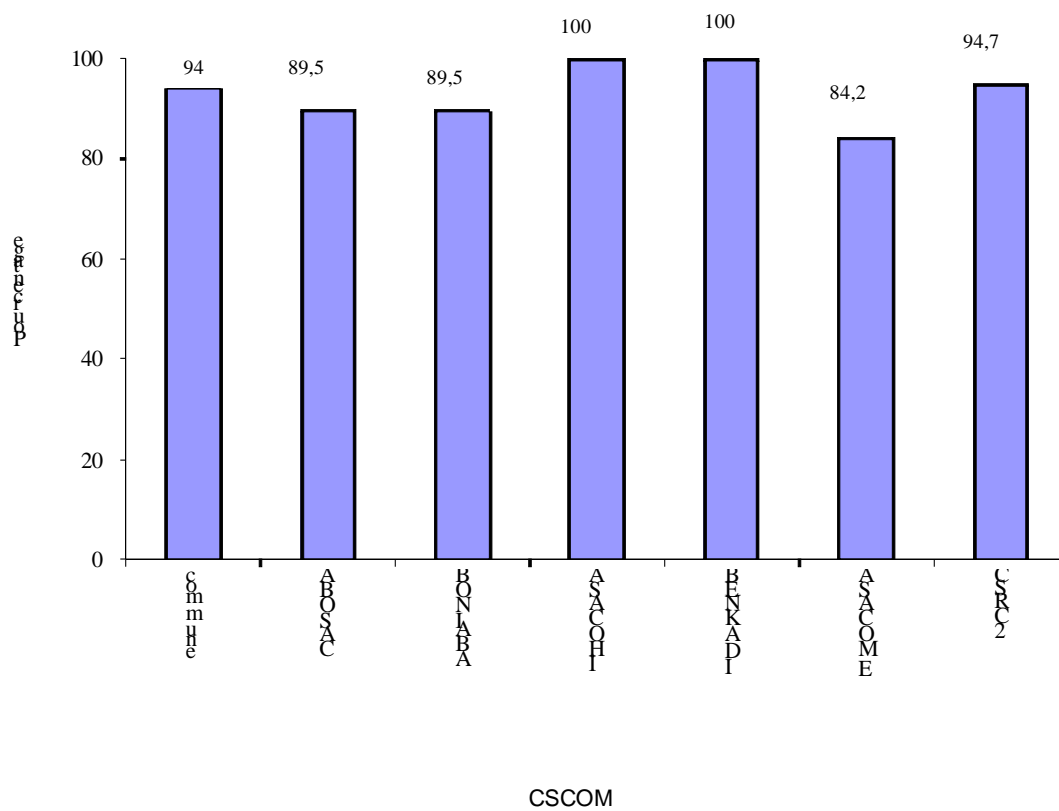
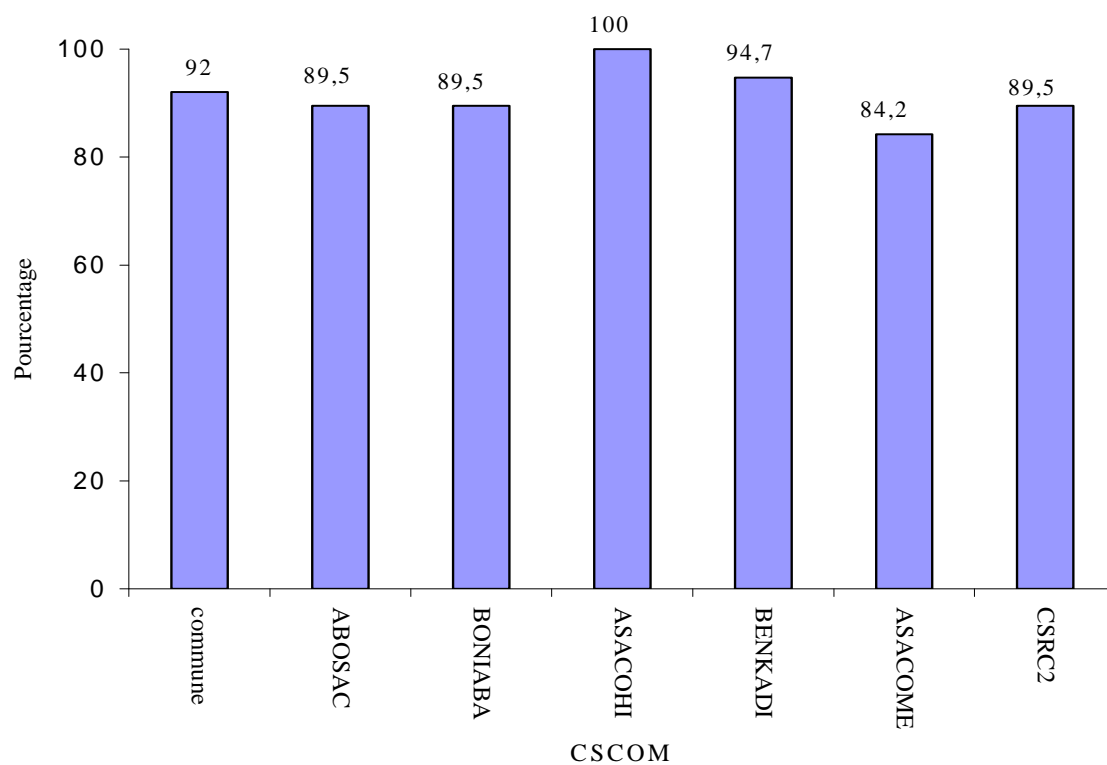


Figure 1 : Taux des enfants de 12 à 23 mois ayant reçu le DTCP3



**Figure 2: Taux des enfants de 12 à 23 mois vaccinés contre la rougeole**

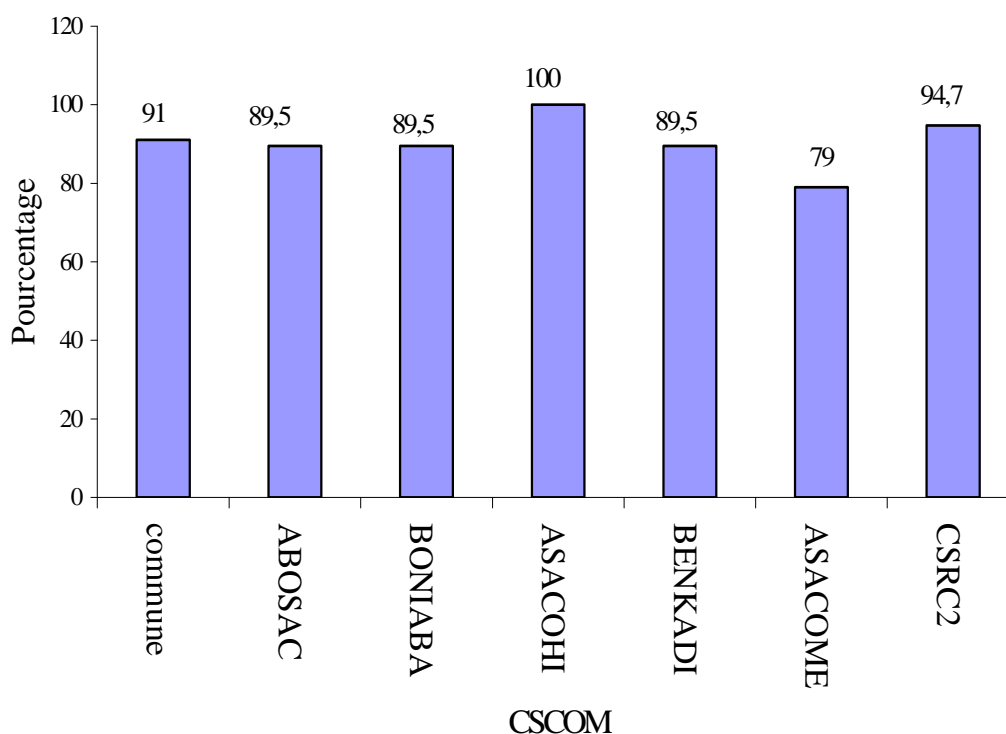


Figure3: Taux des enfants de 12 à 23 mois complètement vaccinés contre les 6 maladies du PEV

## COMMENTAIRES ET DISCUSSION

Les taux des enfants de 12 à 23 mois ayant reçu le DTCP3 ( $94 \pm 5\%$ ), le vaccin antirougeoleux ( $92 \pm 5,3\%$ ) et complètement vaccinés contre les six (6) maladies du PEV ( $91 \pm 5,4\%$ ) constituent la preuve de la performance de l'acte vaccinal dans la commune. Cette performance est confortée par les résultats de couverture dans les différentes zones d'intervention des CSCOM et CSRef, avec des taux de couverture vaccinal supposés égaux ou supérieurs à 80% pour le DTCP3, le vaccin contre la rougeole et les antigènes des 6 maladies cibles du PEV.

Ces taux dépassent les taux moyens du District de Bamako établis par l'EDSM III en 2001 (71% pour le DTCP3 et 60,8% pour les enfants complètement vaccinés) et l'enquête de couverture vaccinale en 1998 par la cellule de la planification et de la statistique de la santé (88% pour le DTCP3 et 83,3% pour les complètement vaccinés).

La bonne couverture de la commune en infrastructure de santé assurant la vaccination (5 CSCOM, 1 PMI de Niaréla, 1 dispensaire évangélique), une bonne partie du peuplement par des autochtones avec probablement une tradition de fréquentation des centres de santé, le caractère trame ancien de la dite commune et la bonne conservation des cartes de vaccination ( $94,7 \pm 4\%$ ) expliqueraient en partie la bonne performance en matière de vaccination.

L'analyse d'un tel niveau de performance doit intégrer une analyse de la surveillance épidémiologique des maladies faisant l'objet de prévention dans le but d'apprécier l'efficacité vaccinale.

En ce qui concerne le taux de couverture vaccinale des mères contre le tétanos, l'étude relève la même performance avec un taux de  $78,4 \pm 7\%$  pour la commune et des taux supposés égaux ou supérieurs à 80% pour les différentes zones d'intervention. En plus des raisons de performance évoquées pour les enfants, les consultations prénatales (91%) [7] constitueraient une opportunité pour la vaccination des mères.

## V. CONCLUSION

Les taux de couverture des enfants de 12 à 23 mois ayant reçu le DTCP3 , le vaccin antirougeoleux et complètement vaccin contre les six maladies cibles du PEV ont atteint l'objectif national de 80%, voire le dépassé dans la commune II du district de Bamako. Cette performance s'est réalisée en harmonie avec les performances dans les zones d'intervention en matière de vaccination des différents centres de vaccination.

Selon notre étude aucune zone d'intervention n'est supposée avoir un taux de couverture vaccinale inférieur à 80%.

Les mêmes constats ont été retrouvés dans le domaine de l'immunisation des mères d'enfants âgées de 15 à 49 ans.

La performance constatée est surtout l'expression d'un acte vaccinal qui doit être maintenu au niveau de la commune II. L'analyse de la situation épidémiologique des maladies évitables par les vaccinations concernées doit désormais intégrer l'appréciation de la performance relevée par l'étude.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Ministère de la Santé de la Solidarité et des Personnes Agées/cellule de Planification et de Statistiques** . Evaluation conjointe externe Programme élargi de vaccination, Tome1 : Enquête Nationale de couverture vaccinale. Bamako, Mali, Décembre 1998.
2. **Ministère de la Santé /Cellule de Planification et de Statistiques Ministère de la Santé, Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique**. Enquête Démographique et de Santé Mali (EDSM-III) 2001. Bamako, Juin 2002 , 450 p.
3. **Ministère de la Santé /Direction Nationale de la Santé**. Comité régional d'orientation, de conception et d'évaluation du programme de développement socio-sanitaire (CROCEP), Bilan d'activités 2004 et plan d'opération 2005 de la commune II du district. Bamako, Mali, décembre 2004.
4. **Lanata CF, Stroh JR, Black RE, Gonzales H**. An evaluation of Lot Quality Assurance Sampling to monitor and improve immunization coverage. Int J Epidemiol 1990; 19:1086-1090.
5. **Singh J, Jain DC, Sharma RS, Verghese T**. An evaluation of Lot Quality Assurance Sampling compared with 30 –cluster sampling in a primary health centre in India. Bull WHO 1996; 74:269-274.
6. **Valadez JJ**. Manuel de formation pour l'application de la méthode LQAS en gestion des programmes de santé décentralisés. Manuel de l'utilisateur. Plan international 10 août 1998 ; 31 p.
7. **Ministère de la Santé /Direction Nationale de la Santé**. Annuaire Système Local d'Information sanitaire (SLIS), juillet 2005, 130 p.

## IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE EN PRODUCTION PAYSANNE DE CONCOMBRE DANS UN ENVIRONNEMENT PEDOCLIMATIQUE SAHELIEEN DU MALI (CERCLE DE SAN)

COULIBALY D. 1, M'BAYE B. 2, DIALLO D. 3

### Résumé

Les difficultés réelles des périmètres irrigués gravitaires au Sahel (consommation excessive d'eau, dégradation accélérée des sols, etc.) poussent à trouver des systèmes d'irrigation moins complexes, mieux adaptés à une agriculture paysanne. C'est pourquoi au Mali, l'irrigation goutte à goutte a connu un début de vulgarisation en milieu maraîcher. Cependant une évaluation précise des performances de ce système reste à faire. La présente étude, en zone sahélienne de San, s'inscrit dans ce cadre pour comparer l'arrosage manuel à l'irrigation goutte à goutte avec Horticulture Easy Drip Kit de 100 m<sup>2</sup>. La démarche a inclu le traitement de données climatiques, la caractérisation des sols et des essais sur parcelles paysannes de concombre. Les calculs montrent pour la période mars-juin, les variabilités du déficit hydrique (4,75 à 6,08 mm.j<sup>-1</sup>) et de la demande en eau d'irrigation du concombre (2,5 à environ 4mm.j<sup>-1</sup>). L'irrigation goutte à goutte, en comparaison avec l'arrosage manuel a permis des économies d'eau (63%), de temps d'arrosage (40,6%) et une nette augmentation du rendement du concombre (165%). Dans les deux cas, les paysans utilisent plus d'eau sur le concombre qu'il n'en faut. Leur formation est nécessaire pour optimiser l'utilisation de l'eau et la rentabilité du système maraîcher.

**Mots clés :** Irrigation goutte à goutte, pratique paysanne, concombre, pédoclimat sahélien, Mali.

## IRRIGATION DROP BY DROP IN PEASANT CUCUMBER PRODUCTION SYSTEM OF A SAHELIAN ENVIRONMENT IN MALI (SAN REGION)

### Abstract

In Sahelian regions, the real difficulties of the perimeters with gravity irrigation system (excessive water consumption, land degradation, etc) push to find other irrigation systems which are less complex and more adapted to peasant farming systems. So, in Mali, the irrigation drop by drop knew a beginning of popularization in market-gardening. However a precise evaluation of the performances of this system remains to be made. According to this preoccupation the present study, in the sahelian zone of San, compare manual watering with the irrigation drop by drop with Horticulture Easy Drip Kit of 100 m<sup>2</sup>. Research methods included climatic data processing, soil characterizations and experimentation on cucumber plots established in peasant fields. Calculations show for the period March to June, variabilities of water deficit (4, 75 to 6, 08 mm.j<sup>-1</sup>) and water need for cucumber irrigation (2,5 to 4mm.j<sup>-1</sup>). The irrigation drop by drop, in comparison with manual watering, allowed savings in water (63%), time of watering (40,6%) and a clear increase in the cucumber yield (165%). In both cases, the peasants use more water than the cucumber need. So peasants capability must be developed for to optimize the water use and the profitability of the market-gardening system.

**Key words:** Irrigation drop by drop, peasant practice, cucumber, sahelian environment, Mali.

---

1- ENI-ABT, DER Génie Civile, Doctorant, Université de Bamako ; E-mail : dabaacfp@yahoo.fr

2- ENI-ABT, DER Génie Civile ; E-mail : sdlxbombeing@yahoo.fr

## 1. Introduction

Les terres irriguées représentent seulement 7% des terres arables de l'Afrique en général, et 4% dans le cas particulier de l'Afrique subsaharienne. L'Afrique subsaharienne utilise moins de 3% de ses ressources hydriques, contre 20% en Asie (FAO, 2002). Cependant les pays de la zone sahélienne d'Afrique de l'ouest, avec l'aide de la coopération internationale, ont consenti de grands efforts dans les aménagements hydroagrricoles au cours des dernières décennies (Legoupil, 1994). Il faut noter que les grands systèmes d'irrigation gravitaire, qui ont été généralement choisis par les projets hydroagricoles sont hors de portée des petits agriculteurs, aussi bien en terme financier que technique, et se prêtent difficilement au système d'exploitation privée (Mahamadou, 2003). L'analyse des périmètres concernés a montré de graves problèmes de consommation d'eau et une dégradation sévère des sols (Bertrand et al, 1993 ; Mahamadou, 2003 ; Luc, 2006), mais aussi une faible maîtrise des techniques culturales et de gestion (Poussin et Boivin, 2002). Le Mali fait partie des pays subsahariens cherchant à développer l'irrigation et où les activités agricoles sont principalement concentrées dans les zones bioclimatiques sahéliennes et soudaniennes (caractérisées par les sévères irrégularités pluviométriques spatio-temporelles). La présence des fleuves Niger et Sénégal est un atout ayant justifié le choix des grands aménagements hydroagricoles avec l'irrigation par gravité depuis les années 1925 sous l'autorité coloniale française (Ponsy, 2000). L'agriculture irriguée a progressivement pris d'avantage de poids dans les politiques maliennes de développement rural (Ponsy, 2000) avec différents systèmes (irrigation gravitaire, submersion contrôlée, petits périmètres villageois alimentés en eau à partir du fleuve au moyen de motopompes). Malgré les immenses ressources en eau pour l'irrigation, les problèmes inhérents à l'aménagement et à la gestion des grands systèmes gravitaires justifient l'encouragement au Mali, des systèmes moins complexes, à priori mieux adaptés à une agriculture paysanne. C'est pourquoi, l'irrigation goutte à goutte, a connu un début de vulgarisation, en particulier dans le milieu maraîcher. Cependant les performances de ce type d'irrigation mérite d'être évaluées dans les contextes climatique et édaphique du sahel malien, d'où la justification de la présente étude.

## 2. Matériels

### 2.1 Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans les villages de Goualani (13°20 N ; 5°17W), Tiby (13°20 N ; 5°07W) et Nesso (13°20 N ; 5°14W) dans le cercle de San, en zone sahélienne.

### Climat

Les données climatiques enregistrées à la station météorologique de San (13°20 N ; 4°50W) de 1985 à 2007 sont montrées au tableau1. Il s'agit de données relatives à la période mars- juin, choisie pour la phase expérimentation au champ de cette étude. On note des températures moyennes journalières supérieures à 32°, d'où une période chaude. Les pluies, liées au déplacement du Front Intertropical (FIT), très faibles en mars et avril (moins de 1 à environ 10mm par mois), deviennent plus importantes en mai (plus de 30 mm par mois) et surtout en juin (plus de 100mm par mois). L'humidité relative de l'air est faible de mars à la deuxième décade de mai et moyenne pendant le reste de la période.

Les vents observés dans la région sont plutôt de faible vitesse. Il s'agit principalement de l'harmattan dont le caractère desséchant est très affiché.

Tableau 1 : Données climatiques enregistrées à la station météorologique de San (13°20 N ; 4°50W) de 1985 à 2007

Mois	Mars			Avril			Mai			Juin		
Décades	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T moyenne (°C)	30,92	32,01	35,3	34,68	35,06	34,66	35,17	33,63	37,14	33,4	32,99	31,8
HR moyenne (%)	25,52	24	26,79	29,4	31,99	39,36	42,23	45,58	55,59	54,8	59,14	63,5
P moyenne (mm)	0,19	0,03	0,48	3,58	2,9	2,75	6,43	12,07	14,58	28,5	30,23	45,6

T = température ; HR = humidité relative ; P = pluie



Source : Service météorologique de San

## Sols

Les paysages morphopédologiques comprennent trois principales unités :

- Bas plateaux à sols peu épais. Il s'agit de reliefs résiduels avec des sols de moins de 40 cm d'épaisseur et gravillonnaires. La cuirasse ferrugineuse sous-jacente constitue un plancher d'arrêt pour les eaux d'infiltration et pour le système racinaire des cultures. Dans cet environnement, les eaux excédentaires d'irrigation qui s'accumulent deviennent facilement chaudes.
- Glacis d'épandage à sols épais. Ce type de glacis, à pente faible (1 à 2%°), porte des sols de plus de 100 cm d'épaisseur. La texture grossière en surface, devient moyenne à fine en profondeur ; ainsi la partie inférieure du profil pédologique peut présenter un drainage déficient.
- Dépressions à sols épais. Le fonctionnement hydrologique actuelle est assez complexe (inondation plus ou moins aléatoire, à durée et profondeur très variables, nappe superficielle d'amplitude variable). Les sols associés sont épais et de texture fine. Ils présentent, le plus souvent, un drainage déficient.

## 2.2 Matériel végétal

Le concombre est la culture maraîchère utilisée dans cette expérimentation, plus précisément la variété Poinsett, disponible sur le marché local et connu des producteurs. Il est cultivé en toute période au Mali. Cependant, la période de préférence est la saison sèche froide (novembre à février). Le cycle cultural du concombre varie de 70 à 95 jours, les récoltes pouvant commencer à partir du 40 au 50<sup>ème</sup> jours du semis et durer 45 jours avec une récolte chaque 2 à 4 jours. Dans la présente étude le concombre a été semé le 10 mars 2008. La récolte a commencé le 04 mai pour prendre fin le 18 mai 2008.

## 2.3 Matériel et eau d'irrigation

«Horticulture Easy Drip Kit de 100m<sup>2</sup> », utilisé dans la présente étude, se compose d'une partie préfabriquée, importée de l'Inde et d'une partie de récupération et/ou de fabrication locale. La partie préfabriquée, dite Kit, est constituée de réseau de tuyaux en polyéthylène noir de paroi épaisse et des goutteurs en tuyau capillaire. La partie dite de récupération est constituée de réservoir métallique (fût de 200 litres) et la partie dite de fabrication locale, concerne le support et les autres types de réservoir (buse circulaire en ciment, autres). Sur le réservoir est branché un robinet d'arrêt, auquel est branché le réseau Kit. Le Kit se compose d'un filtre, une conduite d'alimentation et la porte rampe de diamètre identique, 16mm. Sur la porte rampe sont branchées cinq (5) rampes de 12 mm de diamètre. Chaque rampe alimente une planche de 13,8 m<sup>2</sup> à travers 15 paires de goutteurs, portés sur des tés, eux-mêmes portés directement sur la rampe, soit un total de 30 goutteurs. Le goutteur est un tuyau capillaire de 0,6 m de longueur et de diamètre 2mm. Les cinq rampes totalisent 150 goutteurs.

L'eau d'arrosage, provient de puits traditionnels situés à proximité des parcelles. Il s'agit de capture de la nappe superficielle.

## 3. Méthodes

### 3.1 Caractérisation granulométrique et hydrodynamique des sols

L'observation des sols in situ a été suivi de mesures de perméabilité avec la méthode Muntz. La densité apparente a été déterminée avec la méthode du cylindre. Des échantillons composites ont été prélevés sur les parcelles pour les analyses de laboratoire (granulométrie, humidité) : la granulométrie a été faite selon la méthode internationale et l'humidité (aux pF2,5 et pF4,2) mesurée avec la méthode à la presse à plaque de porcelaine poreuse.

### 3.2 Calcul du besoin en eau du concombre

Ce calcul a été fait à partir des valeurs de l'ETO de référence Penman-Monteith, qui sont déterminées à partir des données climatiques recueillies de 1985 à 2007 soit 23 années, à la station de San.

$$E_{to} = c(WR_n + (1-W)f(u)f(u)(ea-ed))$$

w.Rn : Paramètre du rayonnement

(1-w).f(u)(ea – ed) : Paramètre aérodynamique

W est un facteur de pondération lié à la température ;

Rn représente le rayonnement net en évaporation équivalente, en mm/jour ;

$f(u)$  est la fonction liée au vent ;  $f(u) = 0,27(1 + \frac{U2}{100})$ , avec  $U2$  = vitesse du vent à 2 m au dessus du sol

$e_d = e_a \times HR_{moy}/100$ , avec :  $e_d$  = tension de vapeur réelle ,  $e_a$  = tension de vapeur saturante,  
 $HR_{moy}$  = humidité moyenne sur la période

$R_{ns} = (1 - \alpha)(0,25 + 0,5n/N)$  ;  $R_a = X \cdot R_a = (1 - \alpha) R_s$ , avec :  $X = (1 - \alpha)(0,25 + 0,5n/N)$

$R_{ns}$  = rayonnement net de courte longueur d'onde,  $\alpha$  = Coefficient de réflexion des cultures pris ici égal à 25% ;  $n$  = l'insolation moyenne sur la période,  $N$  = la durée diurne,  $R_a$  = le rayonnement atmosphérique

$R_{n1} = f(t) \times f(e_d) \times f(n/N)$ , avec :  $f(t) = \delta T_k^4$  ;  $f(e_d) = 0,34 - 0,44 \sqrt{e_d}$  ;  $f(n/N) = 0,1 + 0,9n/N$

$R_n = R_{ns} - R_{n1}$

$c$  est le facteur de correction pour compenser les différences de conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

$ET_{Culture} = K_c \times ET_o$

Avec  $K_c$  le coefficient cultural = 0,9

Le besoin brut en eau d'irrigation ( $B_b$ ) est

$$B_b = \frac{ET_{culture}}{(E_i \cdot CU)}$$

Avec

$E_i$  : l'efficacité de l'irrigation localisée = 0,9

$CU$  : le coefficient d'uniformité du réseau = 0,95

$D_f = B_b - P_{totmoy}$

Avec

$D_f$  : le déficit hydrique ou besoin net décadaire en mm/j

$P_{totmoy}$  : la pluie totale moyenne décadaire en mm/j

### 3.3 Calcul de la dose d'arrosage

Avec l'irrigation goutte à goutte, la surface effectivement mouillée en continue est réduite. Elle dépend de la nature du sol en place. Dans notre cas, le diamètre mesuré du bulbe d'humidification autour du pied de la culture est de 69 cm. Chaque rampe de 10m de longueur, entretenant deux rangées de culture, la surface totale de bande de terre humectée en continue serait de  $10m \times (0,69m + 0,69m) = 13,8m^2$  qui est égale à la surface d'une planche, la parcelle de  $100m^2$  comprenant cinq planches.

La Surface réellement humectée ( $S_{relh}$ ), au niveau de la parcelle expérimentale est :

$S_{rel} = 13,8m^2 \times 5 = 69 m^2$ , qui est égale à la surface occupée par les cultures, soit 69% de la surface totale de la parcelle.

La Dose nette maximale ( $D_{nm}$ ) est fonction de l'humidité du sol, de la profondeur d'enracinement et de l'étendue de la zone humectée. Elle est donnée par la formule :

$$D_{nm} = RU \times f \times Z \times S_{relh} / S_t$$

$RU$  est la réserve utilisable du sol, calculée à partir de l'humidité à la capacité au champ ( $H_{cc}$ ) et de celle au point de flétrissement ( $H_{pf}$ ).

$f = 0,3$  la fraction pratique de  $RU$  utilisable en petite culture (Elatir, 2005).

$Z = 0,3$  la profondeur des racines du Concombre.

$S_{relh}$  : Surface réellement humectée

$S_t$  : Surface totale de la parcelle

### 3.3 : Calcul du bilan hydrique des parcelles de concombre :

Ce calcul doit permettre de trouver la solution optimale entre les besoins en eau d'irrigation et la quantité d'eau disponible dans le sol. Les besoins en eau d'irrigation des cultures en champ, représentent le volume et la fréquence des applications d'eau nécessaires pour compenser les déficits en eau du sol pendant la saison végétative (Doorenbos et Pruitt, 1975). Le pas de temps choisi est ici décadaire.

Les facteurs du bilan sont ;

-(i) les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat, les caractéristiques végétatives et techniques;

-(ii) la contribution des précipitations  $P_{totmoy}$ ;

-(iii) la contribution de l'eau du sol ou de la nappe phréatique  $G_e$ ;

- (iv) le report de l'eau du sol R;
- (v) et le cas échéant les débits superficiels et souterrains entrants et sortants N ;
- (iv) et la fluctuation de l'eau emmagasinée dans le sol W, qui, en régime irrigué devrait osciller entre la capacité au champ et le point de flétrissement ; il correspond à la dose nette maximale d'irrigation ( $D_{nm}$ ).

Les facteurs  $G_e$ ,  $N$  et  $R$  sont considérés nuls dans le cas de la présente étude, puisqu'on est au sahel, en saison sèche et situer loin de toute source d'eau de surface.

Le bilan hydrique  $I_n$ , s'établit comme suit :

$$I_n = B_b - P_{\text{totmoy}} - D_{nm}$$

$$D_f = B_b - P_{\text{totmoy}}$$

$$I_n = D_f - D_{nm}$$

$B_b$ : Besoin brut en eau d'irrigation

$P_{\text{totmoy}}$ : Pluie totale moyenne

$D_{nm}$ : Dose nette maximale

$D_f$ : Déficit hydrique ou besoin net en eau d'irrigation

$I_n$ : bilan ou demande en eau

### 3.4 Etude sur parcelles expérimentale

La phase expérimentale de cette étude a visé la comparaison, suivant la pratique paysanne, de l'arrosage manuel et de l'irrigation goutte à goutte avec «Horticulture Easy Drip Kit de 100m<sup>2</sup> », matériel précédemment décrit.

Le Dispositif expérimental est un essai simple en blocs de Fischer dispersé chez trois paysans, avec 2 traitements :

T1 : arrosage manuel

T2 : irrigation goutte à goutte avec «Horticulture Easy Drip Kit de 100 m<sup>2</sup> »

L'expérimentation a été conduite en milieu réel chez des exploitants maraîchers. Leur choix a été fait à partir d'une analyse typologique de 12 petites exploitations utilisant Horticulture Easy Drip de 100m<sup>2</sup>. Trois exploitants dont un moyen, un pilote et un moins bon ont été choisis à partir de deux critères (niveau d'engagement dans l'adoption de l'équipement, acceptation du protocole de recherche).

La description de la parcelle expérimentale est donnée au tableau 2

Tableau 2 : Caractéristiques de la parcelle expérimentale

Désignation	Caractéristiques
Surface aménagée	100m <sup>2</sup>
Surface occupée par les cultures	69m <sup>2</sup>
Allées de servitude	31m <sup>2</sup>
Nombre de planche par parcelle	5
Surface d'une planche	13,8m <sup>2</sup>
Nombre de plants par planche	30
Nombre de plants par parcelle	150

Les paramètres mesurés sur les parcelles, au cours de l'expérimentation, sont le volume d'eau apporté, la durée d'arrosage et le rendement du concombre. Ces paramètres ont servi à comparer l'irrigation goutte à goutte et l'arrosage manuel. Les volumes d'eau apportés ont été pointés jour par jour tout au long de la période d'arrosage du concombre. Les temps mis pour effectuer ce travail de remplissage et d'arrosage sont quotidiennement notés de même que le temps mis pour vérifier le fonctionnement normal des gouteurs. Pour apprécier les rendements, le nombre de fruit et le poids total de la récolte ont été notés par planche et par parcelle.

Les données issues de l'expérimentation ont fait l'objet d'analyse statistique avec le logiciel MSTAT-C (Nissen, 1989). Il s'agit d'un logiciel permettant l'analyse de la variance et qui est adapté au traitement des résultats d'expérimentation agronomique.

## 4 Résultats et discussion

### 4.1 Caractéristiques physiques et hydrodynamiques des sols

Les analyses granulométriques montrent, en ce qui concerne les horizons pédologiques de surface des parcelles P1, P2 et P3, des taux d'argile respectifs de 20% 30 à 40% et 10 %. Ces taux atteignent 40 à 60% dans les horizons de profondeur. Dans tous les cas, les sols montrent des teneurs élevées en limon (tableau3). La densité apparente des horizons de surface est élevée (1,8 à 2,1), d'où une faible porosité totale. De même ces horizons

de surface sont peu perméables (tableau 4).

La variabilité granulométrique observée est normale, les parcelles n'étant pas localisées sur la même unité morphopédologique. A Tiby (site de P1) et à Goualani (site de P2) les sols sont développés sur formations colluvio-alluviales fines du bassin du Bani. La troisième parcelle (P3) est localisée sur un plateau cuirassé dans le terroir du village de Nesso. Le sol semble avoir perdu la fraction argileuse par érosion sélective. Ces parcelles sont cultivées de façon plus ou moins continue sans mesure de gestion appropriée de leur fertilité. Cette situation peut expliquer la mauvaise qualité structurale des sols, montrée par les valeurs de densité apparente, de porosité totale et de perméabilité du tableau 4.

Tableau3 : Caractéristiques granulométriques des sols

Parcelles	Village	Horizon (cm)	Fraction granulométrique				Texture
			Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable (%)	
P1	Tiby	0- 10	20	8	66	6	Limon fin argileux
		10-30	20	9	68	3	Limon fin argileux
		30-100	60	2	32	6	Argileux
P2	Goualani	0-5	30	8	57	5	Limon argileux fin
		5-45	40	3	55	2	Argile limoneuse
		45-100	40	34	21	5	Argile limoneuse
P3	Nesso	0-20	10	3	56	31	Limon fin
		20-25	20	1	64	15	Limon fin

P1, P2 et P3 sont les parcelles expérimentales

Tableau4 : Structure et caractéristiques hydriques des sols des horizons de surface

Parcelle	Densité apparente	Porosité %	K mm.h <sup>-1</sup>	Hcc %	Hp <sub>f</sub> %
P1	1,8	37	11	11,6	6,3
P2	2,1	35	9	21,8	16,5
P3	1,8			18,7	7,0

P1, P2 et P3 sont les parcelles expérimentales

Hcc : Humidité à la capacité au champ

Hp<sub>f</sub> : Humidité au point de flétrissement

#### 4.2 Demande en eau, dose d'arrosage et bilan hydrique du concombre

Le pilotage de tout système d'irrigation doit s'appuyer sur des données de base en rapport avec les contextes pédologique, climatique et les exigences spécifiques des cultures. Les calculs pour notre milieu d'étude ont permis de préciser le bilan hydrique du concombre (tableau 5) et ses demandes en eau d'irrigation (figure1), de même qu'une comparaison des doses d'arrosage et des demandes au pas de temps journalier (figure 2).

Les besoins en eau d'irrigation du concombre (figure1) croissent globalement de la première décade de mars à la troisième décade de mai pour chuter nettement en juin. Cette courbe reflète la courbe pluviométrique de la station de San.

Tableau5 : Bilan hydrique du concombre

Mois	Mars			Avril			Mai			Juin		
Décades	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Eto (mm/j)	4,21	4,52	4,6	4,85	5,07	5,38	6,2	6,93	7,47	6,9	7,13	6,5
Kc	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ET <sub>Culture</sub> (mm/j)	3,79	4,07	4,14	4,36	4,56	4,84	5,58	6,24	6,72	6,21	6,42	5,85
Ei	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
CU	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Bb (mm/j)	4,43	4,76	4,84	5,11	5,34	5,66	6,53	7,29	7,86	7,26	7,51	6,84
P tot moy (mm/j)	0,02	0,00	0,05	0,36	0,29	0,28	0,64	1,21	1,46	2,85	3,02	4,56
Df (mm/j)	4,41	4,76	4,79	4,75	5,05	5,39	5,89	6,08	6,40	4,41	4,49	2,28

B<sub>b</sub>: Demande brute en eau d'irrigation ; P<sub>totmoy</sub> : Pluie totale moyenne ;

D<sub>nm</sub> : Dose nette maximale ; D<sub>f</sub> : Déficit hydrique ou demande nette en eau d'irrigation ;

I<sub>n</sub> : bilan ou demande en eau ; ET<sub>Culture</sub> ; ET<sub>o</sub>

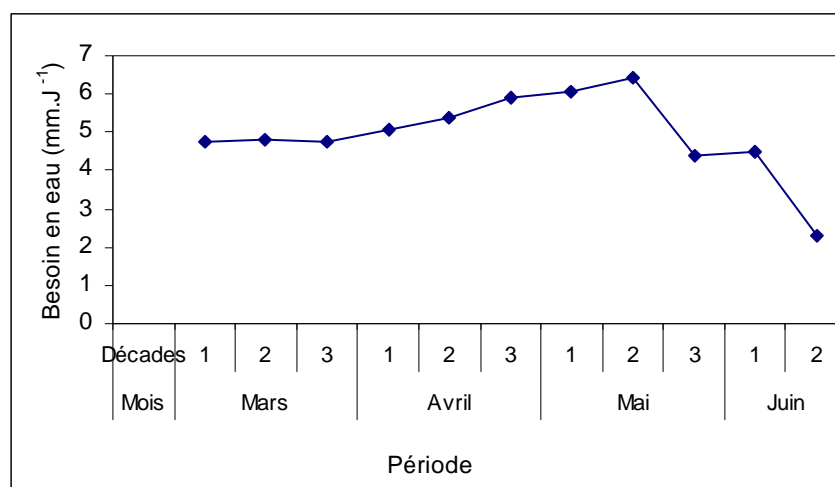


Figure 1 : Besoins en eau d'irrigation du concombre pendant la période expérimentale (mars à juin)

Les doses d'arrosage journalières du concombre, comme le montre la figure2, sont constantes sur toute la période d'essais (mars à juin) quelque soit la parcelle expérimentale (P1, P2, P3). On note qu'elles ne montrent pas de différence significative sur P1 et P2, et ne couvrent pas les demandes en eau du concombre. Par contre, dans le cas de P3, les doses d'arrosage journalières dépassent largement les demandes.

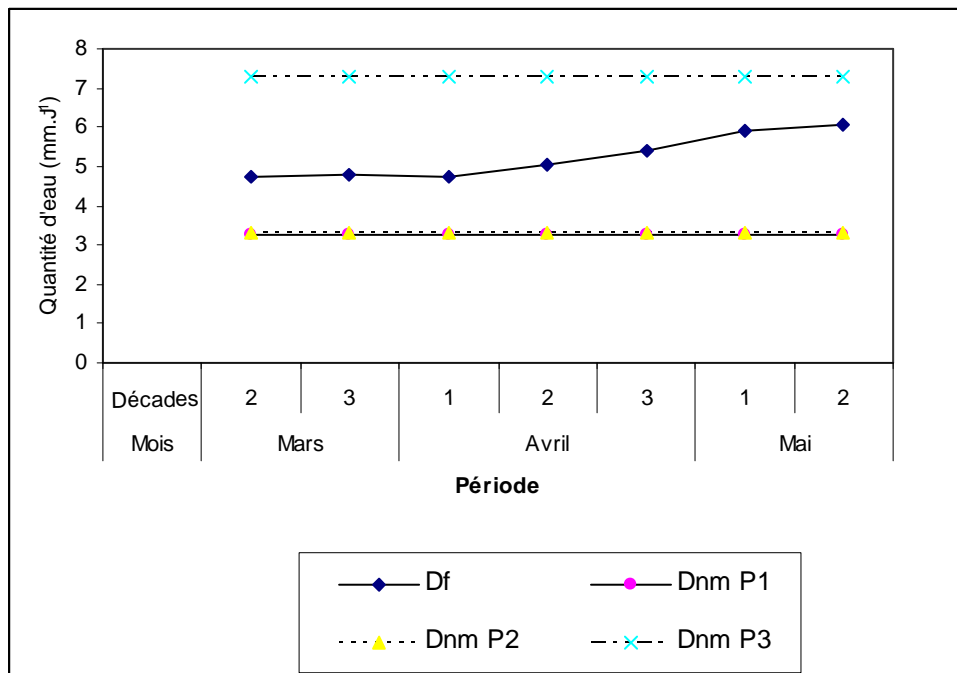


Figure2 : Comparaison entre demande en eau ( $D_f$ ) et dose d'arrosage net maximum (Dnm) du concombre

P1, P2 et P3 sont les parcelles expérimentales

#### 4.3 Effet du mode d'arrosage sur le volume, le temps d'arrosage et le rendement du concombre

Les volumes d'eau utilisés au cours du cycle du concombre sont montrés au tableau 6. On en déduit que l'irrigation goutte à goutte a permis par rapport à l'arrosage manuel une réduction de 63% de la quantité d'eau utilisée pour la production du concombre sur les parcelles paysannes. Une nette économie d'eau assurée par l'irrigation goutte à goutte par rapport à d'autres systèmes d'irrigation (la gravitaire et l'aspersion) a déjà été observée en maraîchage au Maroc (Elattir, 2005).

Comme le montre la figure 3, le volume d'eau utilisé dans chacune des deux méthodes testées (arrosage manuel et irrigation goutte à goutte) est nettement supérieur à la demande en eau du concombre. Cela veut dire clairement que la pratique paysanne d'utilisation de l'eau en production de concombre reste à être optimisée.

Tableau 6 : Volume d'eau (en litre) utilisée pour la production du concombre

Traitement	P1	P2	P3	Moyenne
Arrosage manuel	56 280	35 360	39 600	43 747
Irrigation goutte à goutte	34 840	23 120	25 080	27 680
Moyenne	45560	29240	32340	

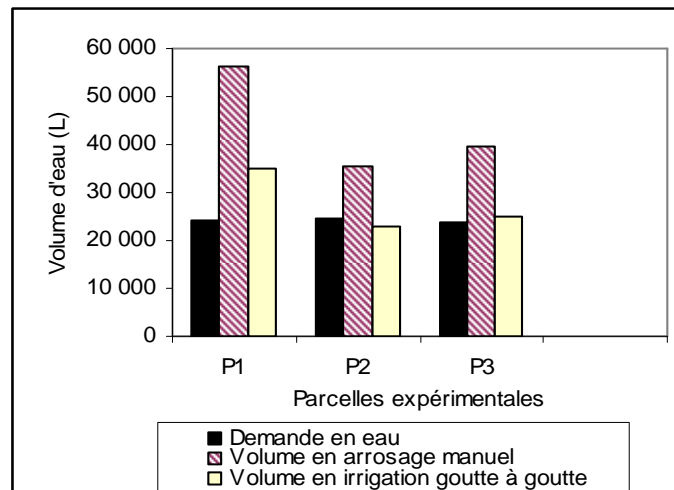


Figure 3 : Comparaison entre volumes d'eau utilisés et demande en eau du concombre

P1, P2, P3 : parcelles expérimentales

En ce qui concerne le temps d'arrosage (tableau 7), la comparaison entre les pratiques paysannes de l'arrosage manuel et de l'irrigation goutte à goutte montre un gain de temps de 40,6% avec la deuxième pratique.

Tableau 7 : Temps (en heure) consacré à l'arrosage du concombre

Traitements	Répétition			Moyenne
	P1	P2	P3	
Arrosage manuel	129	112	104	115
Arrosage goutte à goutte	76	62	67	68
Moyenne	102,5	87	85,5	91,5

Les rendements du concombre montrés au tableau 8 sont nettement meilleurs avec l'irrigation goutte à goutte qui a permis une augmentation de 165% par rapport à l'arrosage manuel.

Le rendement du concombre varie d'un paysan à l'autre. Cela est normal dans une expérimentation en milieu réel. En effet, contrairement aux parcelles expérimentales d'une station de recherche, celles installées chez les paysans sont le plus souvent hétérogènes pour de multiples raisons (type de sol, histoire des parcelles, mode de gestion).

Tableau 8 : Production (en kg.100 m<sup>-2</sup>) de concombre

Traitements	Répétition			Moyenne
	P1	P2	P3	
Arrosage manuel	69	150	58,4	92
Arrosage goutte à goutte	117,9	225	111,75	152
Moyenne	93,5	187,5	85,1	

L'analyse statistique (tableau 9) montre clairement une différence significative entre les deux modes d'arrosage (arrosage manuel, irrigation goutte à goutte) en ce qui concerne le volume d'eau utilisé, le temps d'arrosage et le rendement du concombre. Il faut cependant noter que la taille de notre échantillon peut être améliorée pour préciser d'avantage l'écart entre les deux pratiques.

Tableau 9 : Effet du mode d'arrosage sur le volume d'eau (L), le temps d'arrosage (h) et le rendement du concombre (kg /100 m<sup>2</sup>)

Traitements	Volume d'eau	Temps d'arrosage (heure)	Rendement concombre (kg/69 m <sup>2</sup> )
Arrosage manuel	43 747 a	115 a	92 b
Arrosage goutte à goutte	27 680 b	68 b	152 a
Signification	S	S	S
Cv%	9,49	6,56	8,09

## 5. Conclusion

En milieu maraîcher, dans la zone sahélienne du cercle de San, la comparaison de l'arrosage manuel et de l'irrigation goutte à goutte du concombre selon les pratiques paysannes montre clairement une meilleure économie de l'eau, du rendement et du temps de travail dans le deuxième système. Dans les deux cas, les paysans utilisent plus d'eau sur le concombre qu'il n'en faut. Il est actuellement nécessaire de mieux former ces paysans pour une utilisation rationnelle de l'eau et l'amélioration de la rentabilité du système maraîcher.

## 6. Bibliographie

Bertrand R, Keita B, Ndiaye M.K (1993). La dégradation des sols des périmètres irrigués des grandes vallées sud-sahariennes (cas de l'Office du Niger au Mali). Cahiers Agricultures 1993 ; 2 :318-29

Doorenbos J, Pruitt W.O (1975). Les besoins en eau des cultures, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 24 :198 p

Elattir H. (2002). La conduite et le pilotage de l'irrigation goutte à goutte en maraîchage. MADER/DERD N° 124, 10p.

FAO (2002). La lutte contre la faim dans le monde [http://www.aidh.org/alimentation/4\\_insecure.htm](http://www.aidh.org/alimentation/4_insecure.htm).

Legoupil J.C (1994). La gestion paysanne des petits périmètres irrigués en Afrique de l'Ouest : Leçons et perspectives. In Promotion de systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano sahélienne : séminaire régional sur la promotion de systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano sahélienne, 01/10/1994, Dakar : 61-81

Luc J. P (2006).Diagnostic et analyse perspective de la situation agro économique des exploitants agricoles du village de Talemika au Burkina Faso, utilisateurs d'une ressource en eau partagée et limitée, thèse de master Agropolis, 121 pages.

Mahamadou O .A (2003) Diffusion des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte dans la zone périurbaine de Niamey et dans la région de Dosso au Niger, Mémoire de fin de cycle, IPR/IFRA, 49 pages.

Nissen O (1989) MSTATC Users Guide. Michigan State University.

Ponsy P (1998) L'Office du Niger (Mali) et l'ONAH (Niger). Les principales données de leur histoire et de leur situation actuelle, In Rapport d'étude DGCID ; Problématique de trois systèmes irrigués en Afrique : 144 à 164p

Poussin J-C., Boivin P (2002). Performances des systèmes rizicoles irrigués sahéliens. Cahiers Agricultures 2002 ; 11 : 65-73

Vermeiren L., Jobling G.A (1983). L'irrigation localisée ; calcul, mise en place, exploitation, contrôle de fonctionnement, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°36 : 92 p.



# LES USAGES DE L'EAU DU FLEUVE DANS LA BOUCLE DU NIGER : BENEFICES ET INCERTITUDES DU BARRAGE DE TAOUSSA

MAIGA M. H.<sup>1</sup>, GAREYANE M.<sup>2</sup>, MIETTON M.<sup>3</sup>

## Résumé

La réalisation de barrage s'impose souvent comme option stratégique de mise en valeur des cours d'eau dans la perspective de développement socio-économique. Ce constat est encore plus vrai pour les pays pauvres contraints de trouver des solutions à des problèmes de développement pressants et complexes. Pour la région de la Boucle du Niger, le projet du barrage de Taoussa demeure l'initiative du développement la plus marquante de ces dernières décennies. Le site du projet de barrage de Taoussa est situé à 16°58'N, 00°34'W), à 120 km à l'amont de Gao et à 280 km à l'aval de Tombouctou dans le cercle de Bourem.

Pour accompagner le processus de mise en œuvre du projet du barrage de Taoussa, un projet de coopération scientifique a été élaboré par l'université Jean Moulin Lyon III (UMR 5600) et l'université de Bamako (ISFRA). Ce projet, intitulé « *Gestion de la ressource eau dans la Boucle du Niger, impacts socio-économiques du barrage de Taoussa* » bénéficie de l'appui financier de l'Agence Universitaire de la Francophonie et ressort principalement de l'action thématique « Hydrosystèmes » du réseau Environnement et Développement Durable.

Le présent article qui s'inscrit dans ce cadre a pour objectif de faire un diagnostic des usages de l'eau. En plus de l'examen de la documentation existante, un total de 195 chefs de ménages a été touché au cours des nombreux entretiens informels et formels des onze villages (6 en amont et 5 en aval) concernés par la réalisation de l'ouvrage. L'âge moyen des chefs de ménages enquêtés est de 49 ans. Ils se répartissent en 69 % d'agriculteurs, 21 % associant l'agriculture à d'autres activités, 5 % d'éleveurs, 4 % de pêcheurs et 1% de commerçants.

Les résultats de ces entretiens montrent que les usages de l'eau sont multiples dans la vallée du fleuve Niger le long de laquelle, se structure toute la vie économique des populations locales. Il s'agit des usages domestiques, piscicoles, agricoles, pastoraux et culturels. Le fleuve est également dans cette zone un moyen de désenclavement. Ces résultats révèlent aussi que l'importance du barrage est globalement bien perçue dans le milieu politique et administratif, régional et local. Mais, pour de nombreuses populations locales, en raison d'un déficit manifeste d'information et de communication, l'idée du barrage reste confuse et dans ce cas, il est plus porteur de dommages que d'intérêts. Il en résulte une appréciation différenciée de l'option du barrage, qui oppose l'assurance des concepteurs et du milieu politique et administratif aux inquiétudes des populations à la base. Il n'en demeure pas moins que même l'optimisme mérite une certaine mesure dans une région de forte vulnérabilité environnementale et socio-économique.

**Mots clés :** Boucle du Niger, barrage, usages de l'eau, inquiétudes – bénéfices.

1. Université de Bamako (ISFRA), tél : 7647 26 28

2. Direction Nationale de la Conservation de la Nature – Bamako

3. Université Jean Moulin Lyon 3 (UMR 5600)

## **Abstract**

The realization of a dam often imposes itself as strategic option of enhancement of the rivers in the socioeconomic development perspective. This report is even truer for the poor countries forced to find some solutions to pressing and complex problems of development. For the region of the Buckle of Niger, the project of the dam of Taoussa stays the initiative of the most prominent development in this last decades. The site of the project of dam of Taoussa is situated to 16°58'N, 00°34'W), to 120 km to the uphill of Gao and to 280 km to the downstream of Timbuktu in the circle of Bourem.

To come with the process of setting in work in the project of the dam of Taoussa, a scientific cooperation project has been elaborated by the university Jean Mill Lyons III (UMR 5600) and the university of Bamako (ISFRA). This project, which the title is " Management of resource water in the Buckle of Niger, socioeconomic impacts of the dam of Taoussa" benefit mainly from the financial support of the Academic agency of the French speaking countries and spring of the action thematic "Hydrosystèmes" of the network Environment and Lasting Development.

The present article that appears in this setting has for objective to make a diagnosis of the water uses. In addition to the exam of the existing documentation, a total of 195 chiefs of households has been touched during the numerous casual and formal maintenances of the eleven villages (6 uphill and 5 downstream) concerned by the realization of the work. The middle age of the chiefs of households investigated is of 49 years. They distribute themselves in 69% of agriculturists, 21% associating agriculture and other activities, 5% of breeder, 4% of fishers and 1% of tradesmen.

The results of these interviews show that the uses of water are multiple in the valley of the Niger stream along which, structure itself the whole life economic of the local populations. the Niger stream is about the domestic, piscicoles, agricultural, pastoral, and cultural uses. It is also in this zone a means of désenclavement. The results also reveal that the importance of the dam is discerned globally well in the political and administrative, regional and local environment. But, for many local populations, because of a lack of information and communication, the idea of the dam remained confused and in this case, it causes more carrier of damages than interests. Differentiated an appreciation of the option of the dam, That opposes the insurance of the inventors and the political and administrative environment to the concerns of the populations to the basis results from it. However our optimism deserves a certain measure in a region of strong environmental and socioeconomic vulnerability.

**Key words:** Buckle of Niger, dam, uses of water, concerns – profits.

## **I- Introduction**

La réalisation de barrage s'impose souvent comme option stratégique de mise en valeur des cours d'eau dans la perspective de développement socio-économique. Ce constat est encore plus vrai pour les pays pauvres contraints de trouver des solutions à des problèmes de développement pressants et complexes. Pour la région de la Boucle du Niger, le projet du barrage de Taoussa demeure l'initiative du développement la plus marquante de ces dernières décennies. D'après le bureau d'études Coyne et Bellier (1996), l'idée de *réguler* les apports du bief moyen du fleuve Niger par un ouvrage au droit du défilé de Taoussa est très ancienne et remonte aux années 1950. Cette idée s'est particulièrement affirmée avec la réalisation, en 1996 et 1997, de l'étude de factibilité et d'impact, suivie de la création en 1998 de l'Autorité pour l'Aménagement de Taoussa.

Pour accompagner le processus de mise en œuvre du projet du barrage de Taoussa, un projet de coopération scientifique a été élaboré par l'université Jean Moulin Lyon III (UMR 5600) et l'université de Bamako (ISFRA). Ce projet, intitulé « *Gestion de la ressource eau dans la Boucle du Niger, impacts socio-économiques du barrage de Taoussa* » bénéficie de l'appui financier de l'Agence Universitaire de la Francophonie et ressort principalement de l'action thématique « Hydrosystèmes » du réseau Environnement et Développement Durable.

Le projet est d'autant plus justifié que la première étude de factibilité et d'impact remonte à environ dix ans. Son approfondissement et son actualisation s'imposent alors pour mieux cerner et intégrer les mutations et les dynamiques actuelles.

Par ailleurs, outre leur caractère évidemment fondamental pour les populations concernées, les études d'impacts sont toujours très intéressantes du point de vue scientifique et méthodologique. En effet, depuis les travaux de la commission internationale des barrages (2000), les contraintes liées aux barrages eux-mêmes sont abordées de façon plus résolue. Il s'agit pour nous de considérer le plus objectivement possible ces contraintes et les bénéfices attendus, sans idéaliser une situation « pré-barrage » très problématique comme on va le voir.

En effet, la situation du futur barrage, aux confins saharo-sahéliens du pays, détermine une prise en considération :

1 - d'écosystèmes très fragiles du fait de sécheresses accentuées et d'une déflation éolienne marquée, génératrice d'ensablement du lit du fleuve. Pour les écoulements proprement dits, les contraintes résident dans la baisse des débits moyens annuels, celle des étiages, une contraction de la période des hautes eaux ;

2 - d'une pression agricole et pastorale, qui s'est accentuée depuis les sécheresses des années 70 et 80. Par ailleurs, on se retrouve là dans un contexte de grande pauvreté liée à des systèmes de production précaires. L'indice de pauvreté est de 76,8 % à Tombouctou et de 78,7 % à Gao (DNSI, 2002). La

vulnérabilité se traduit par l'exode des populations, particulièrement des jeunes, vers les centres

urbains du Mali et des pays côtiers, vidant les villages de leur main-d'œuvre ;

3 - d'une relative instabilité politique et de tension récurrente entre le pouvoir central et le monde touareg. Sur ces marges difficiles, il est clair que les études permettant d'apprécier l'avis des acteurs locaux avant toute opération d'aménagement de grande envergure sont encore moins nombreuses qu'ailleurs. C'est aussi ce déficit d'informations qui nous a conduit à retenir pareille problématique d'étude des usages de l'eau dans la boucle du Niger et les impacts socio-économiques du futur barrage de Taoussa.

La présente recherche est sous-tendue par les hypothèses suivantes :

- La réalisation du barrage de Taoussa consoliderait les usages actuels de l'eau du fleuve et améliorerait les systèmes de production locaux : c'est la composante « bénéfices » de la mise en œuvre du projet ;
- Le barrage engendrerait une modification des usages actuels ou imposerait d'usages nouveaux auxquels les populations locales devraient s'adapter pour un développement socio-économique viable et durable : c'est la composante « incertitudes » du projet.

Le présent article qui s'inscrit dans ce cadre a pour objectif de faire un diagnostic des usages de l'eau. Il traite de la question des usages de l'eau tandis que les impacts, abordés partiellement ici, feront l'objet d'une communication ultérieure.

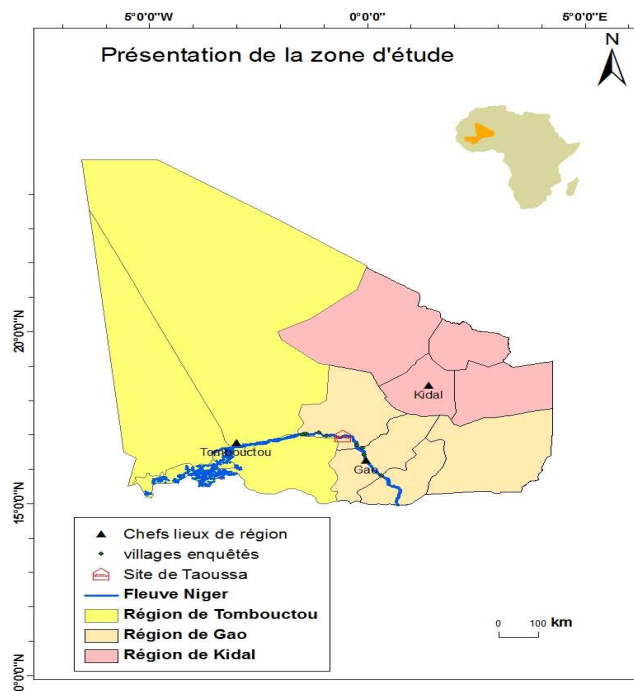
## **II. Matériels et méthodes**

### **Zone d'étude**

Située entre les latitudes 15 et 22° Nord et les longitudes 5° Est et 2° Ouest, la région de Gao couvre une superficie de 170 566 km<sup>2</sup> et une population de 394 447 habitants (RGPH, 1998). Elle est traversée sur plus de 450 km par le fleuve Niger qui la divise en deux grandes zones agro-écologiques : le Haoussa en rive gauche et le Gourma en rive droite.

Deux zones climatiques peuvent être distinguées : la zone saharienne aride et la zone nord-sahélienne, semi-aride, avec des pluies comprises entre 100 et 250 mm. Au plan humain, le domaine d'étude est caractérisé par une grande diversité ethnique, composée de l'ensemble songhoy-armas, des groupes Kel Tamasheqs, des Maures, des Peulhs, des Arabes, etc..

C'est dans cette région aride à semi-aride, faiblement peuplée que le fleuve Niger fait l'objet du projet de barrage de Taoussa (16°58'N, 00°34'W), situé à 120 km à l'amont de Gao et à 280 km à l'aval de Tombouctou (carte de localisation).



La politique de décentralisation au Mali rend l'idée de construction de barrage inconcevable sans l'implication des acteurs locaux. La recherche a dès lors privilégié une approche participative qui a permis une libre expression de ces acteurs sur un projet dont l'objectif principal est l'amélioration de leurs conditions de vie. Mais le barrage implique également d'autres acteurs (services techniques, Ongs, projets de développement, etc.) qui, à travers leurs actions sur le terrain, ont non seulement une bonne maîtrise des réalités socio-économiques locales mais constituent souvent les seules sources de données disponibles.

Ainsi, la méthode opératoire a reposé prioritairement sur l'exploration des acquis antérieurs à travers une analyse documentaire et sur des enquêtes de terrain qualitatives (les entretiens en assemblée générale dans les villages, entretiens avec les partenaires et services techniques et administratifs) et quantitatives (les enquêtes-ménages).

**La somme bibliographique acquise auprès de l'Autorité pour l'Aménagement de Taoussa, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), l'Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Energie de Gao, l'Agence du Bassin du Fleuve Niger, la Direction du Génie Rural à Gao et d'autres services impliqués dans la gestion de l'eau a été exploitée. Ce travail documentaire a été réalisé concomitant aux entretiens et discussions avec les responsables des structures, ce qui a permis de mieux préciser le cadre et les objectifs de l'étude.**

Les entretiens en assemblée générale ont été conduits en janvier-février 2007 dans un climat de bonne confiance au niveau de quatre villages, dont deux de l'amont (Bamba poste et Hamgoundji) et deux de l'aval (Konkoron et Maza). Mais, ce mode opératoire limite l'expression des groupes les plus faibles et aussi des femmes le plus souvent, et ne permet qu'une analyse descriptive.

L'enquête-ménage, plus informative et donnant des possibilités d'analyse plus fine, a été préférée aux entretiens de groupe. Ainsi huit (8) questionnaires relatifs aux usages agricoles, domestiques,

pastoraux, piscicoles, de cueillette, de transport fluvial, culturels et d'artisanat ont été élaborés. Ces questionnaires ont été administrés au niveau d'un ensemble de onze villages, dont six ( 6) villages en amont du site du barrage (Bamba poste, Bamba île, Goundji, Karmachawey, Hamgoundji et Tieraw Baria) et cinq (5) villages en aval (Konkoron, Maza, Hamakouladji, Tondibi et Bara). Les villages retenus sont représentatifs de la différenciation socio-ethnique de la vallée (songhay, arma, chirfi), des pratiques de gestion foncière (propriétaires terriens, sans terre, différents modes d'attribution de terres) et de la diversité des systèmes de production (agriculture, élevage, pêche, tabaculture, etc.). Enfin, un échantillon de 10 à 20 ménages a été retenu selon les villages (certains villages ayant montré plus de disponibilité) et le type d'usages, soit un total de 195 ménages pour l'ensemble des villages.

### **III. Résultats et discussions**

Les usages de l'eau sont multiples dans la vallée du fleuve Niger le long de laquelle se structure toute la vie économique des populations locales. En effet, dans un milieu aussi aride, le fleuve Niger constitue une ressource unique dont l'exploitation assure l'existence même des communautés riveraines fortement concentrées dans la vallée. La faible densité globale de la population contraste ainsi avec un effectif moyen des ménages très élevé, soit 17 individus dans les villages amont et 12 individus à l'aval, dont plus de la moitié est constituée d'enfants. Globalement, l'âge moyen des chefs de ménages est de 49 ans. Ils se répartissent en 69 % d'agriculteurs, 21 % associant l'agriculture à d'autres activités, 5 % d'éleveurs, 4 % de pêcheurs et 1% de commerçants.

#### **3.1. Des usages diversifiés de l'eau du fleuve dans la Boucle du Niger**

##### **3.1.1. Les usages domestiques : l'eau, une ressource précieuse mais à risque**

L'eau du fleuve est d'usage quotidien pour les besoins de boisson, de la lessive et de la baignade. L'enquête a révélé que 81 % des ménages de l'amont et 65 % de ceux de l'aval s'approvisionnent au fleuve pour les besoins de boisson tandis que la lessive et la baignade s'y pratiquent par l'ensemble des ménages. La consommation journalière, variable selon les saisons, est estimée, en moyenne, à 1 - 5 seaux<sup>8</sup> d'eau pour 15 % des ménages, à 6 - 10 seaux pour 43 % des ménages et plus de 10 seaux d'eau pour 42 % des ménages. La place de l'eau du fleuve est également prépondérante dans l'habitat villageois à travers la confection des briques, la construction et le crépissage de la maison, des murs de clôture et des enclos.

De l'avis de la plus part des personnes enquêtées (85%), l'eau est aussi un facteur de risque. Ainsi, la baignade est quelquefois cause de noyade, surtout d'enfants. En outre, des chavirements de pirogues pendant la récolte du paddy ou les traversées suivis parfois de noyades ont été signalés dans plusieurs villages au cours de l'année 2007. De même, le fleuve est un espace de conflit entre l'homme et l'hippopotame lorsque l'expansion agricole réduit son habitat et son aire de mobilité. La cohabitation est ainsi perturbée par des incursions fréquentes dans les rizières, l'attaque des petits ruminants laissés en pâture sur les îlots, l'entrave à la pêche et à la traversée des pirogues.

L'eau du fleuve est enfin une source de risques sanitaires, surtout en période de basses eaux et en début de crue au cours desquelles sa consommation engendre de nombreuses maladies : coliques, diarrhées, vomissements, dermatoses etc. En outre, on signale la présence de la bilharziose urinaire, avec cinq cas en 2005 contre deux en 2006 au centre de santé de Bamba et un cas au niveau de celui de Téméra. Plus grave, le centre de santé de Bamba a enregistré 41 cas de choléra en 2004, dont trois décès. De toute évidence, ces statistiques sont loin de refléter la réalité puisque les centres de santé, très éloignés, sont faiblement fréquentés par les populations locales.

---

<sup>8</sup> Un seau correspond environ à 10 litres d'eau.

La relation de l'homme à l'eau est cependant fonction de la localisation de l'habitat par rapport au fleuve, de son activité principale et aussi de son âge et sexe. Le contact avec l'eau est évidemment le plus fréquent pour les pêcheurs, moins pour les agriculteurs et encore moins pour les éleveurs. Globalement, l'enquête montre que la fréquence au fleuve est d'au moins trois fois par jour pour 72% des hommes, 78 % des femmes, 79 % des garçons et 82 % des filles. La durée journalière au fleuve dépasse deux heures pour 46 % des hommes, 62 % des femmes, 64 % des garçons et 72 % des filles. Il apparaît ainsi que les enfants sont plus en relation avec l'eau que les adultes et les femmes plus que les hommes.

### 3.1.2. Une agriculture dépendante du fleuve

#### a) Une riziculture dominante mais vulnérable

L'agriculture constitue la principale activité économique des populations riveraines du fleuve Niger. On y pratique prioritairement la riziculture au rythme de la saison des pluies et de la crue du fleuve, en l'occurrence la riziculture de submersion libre, la riziculture de submersion contrôlée et la riziculture irriguée. La submersion contrôlée est dérisoire dans la zone d'étude en raison du manque d'entretien des digues de ceinture, rendant aléatoire l'efficacité des ouvrages de régulation de l'eau construits pourtant à coût de millions de francs CFA. La riziculture irriguée se pratique principalement dans la zone aval mais les périmètres sont soumis à de nombreuses difficultés de fonctionnement et de gestion (Bara, Forgho, etc.). La riziculture reste donc dominée par la submersion libre, qui occupe près de 90 % des ménages contre 44 % des ménages pour la submersion contrôlée.

Du point de vue topographique, la submersion contrôlée se pratique sur les terres basses qui débouchent généralement sur le lit mineur du fleuve tandis que la submersion libre et les périmètres irrigués se développent sur les terrasses moyennes et hautes. A l'amont comme à l'aval, la plupart des terres agricoles se situent sur les terrasses hautes (37%) et moyennes (35%) et moins d'un tiers sur les topographies les plus basses. L'écêtement des crues aura de ce fait un impact négatif sur les terrasses hautes.

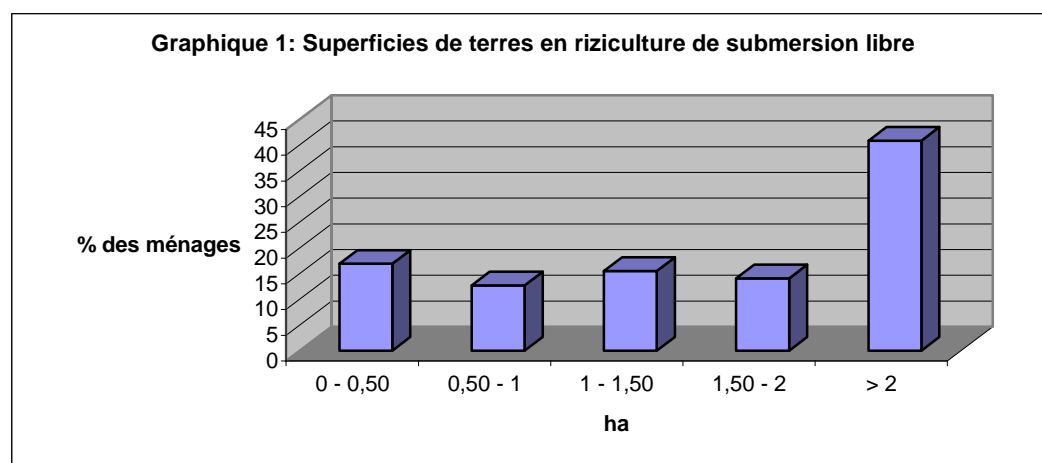
La pratique agricole est conditionnée à la possession de terres de cultures qui constitue le principal moyen de production. Or, il n'y a plus de terres encore «vierges» dans la vallée, du fait de l'accroissement démographique, de l'expansion agricole, de la relative exiguïté du couloir alluvial, de la faiblesse des crues, de l'ensablement, etc. Dans ce contexte, seuls des modes de distribution interne, basés sur des liens socioculturels et économiques, sont opérationnels. Les modes d'acquisition de terres agricoles, plus variés dans la partie amont, sont identifiés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Mode d'acquisition de terres dans la zone d'étude amont

Mode d'acquisition de terres	Pourcentage de ménages concernés
Héritage	74
Prêt	12,3
Achat	2,6
Location	1,3
Ménages non agricoles	7,8

Sources : enquêtes réalisées en 2007 dans le cadre du projet

Il apparaît que l'héritage demeure le mode d'acquisition dominant ce qui présage un morcellement futur des parcelles et corrélativement une insuffisance de terres de cultures par rapport aux besoins des ménages. Mais, la crise foncière est déjà manifeste puisque 59 % des ménages ont, dans le cas de la submersion libre, des superficies agricoles inférieures à deux (2) hectares tandis que 30 % ont moins d'un hectare (graphique 1). En outre, ce graphique montre une inégale répartition des terres de cultures entre les ménages. Mais, cette inégalité apparaît plus spécifiquement dans le village de Bamba Poste dont les ménages n'étant pas propriétaires terriens, prêtent ou louent les terres agricoles.



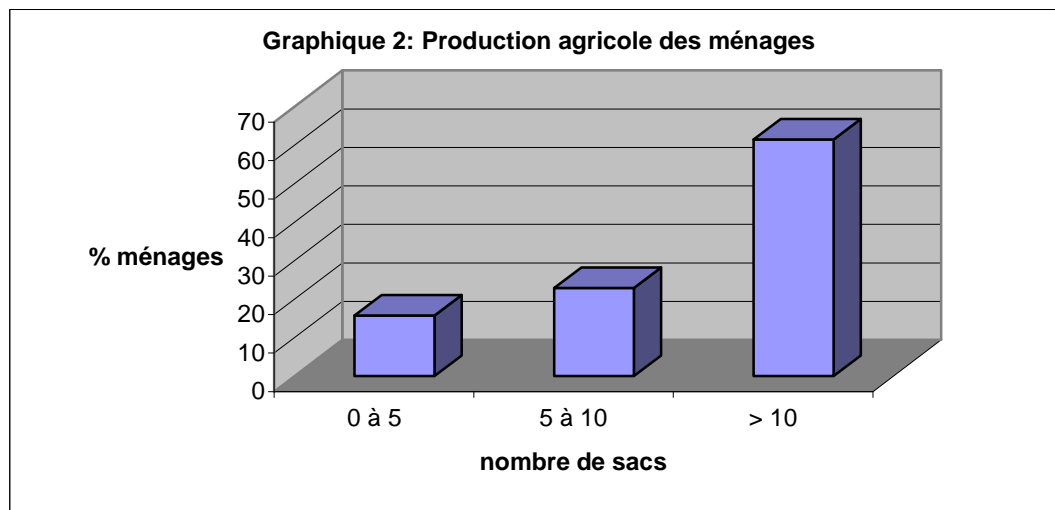
**Sources :** enquêtes réalisées en 2007 dans le cadre du projet

Dans le cas de la riziculture de submersion contrôlée, l'enquête a révélé que les superficies sont inférieures à deux hectares pour les 3/4 des ménages et moins d'un hectare pour le reste ce qui montre sa faible importance, du moins en terme de superficies, par rapport à la submersion libre.

La riziculture se caractérise par sa permanence avec l'utilisation des mêmes parcelles et des mêmes semences. Bien que la pratique du labour évolue depuis une décennie d'un système manuel vers l'utilisation de la charrue à traction bovine, les productions agricoles demeurent toujours faibles et aléatoires. En moyenne, 39 % des ménages produisent moins de 10 sacs<sup>9</sup> de paddy par an (graphique 2). Mais, cette production peut être nulle suite à divers aléas parmi lesquels l'insuffisance de la crue, la rupture de la digue, les oiseaux granivores, les poissons, etc.

<sup>9</sup> Nous avons utilisé comme unité de mesure le sac de 100 kg pour l'estimation de la production de paddy dans un ménage.



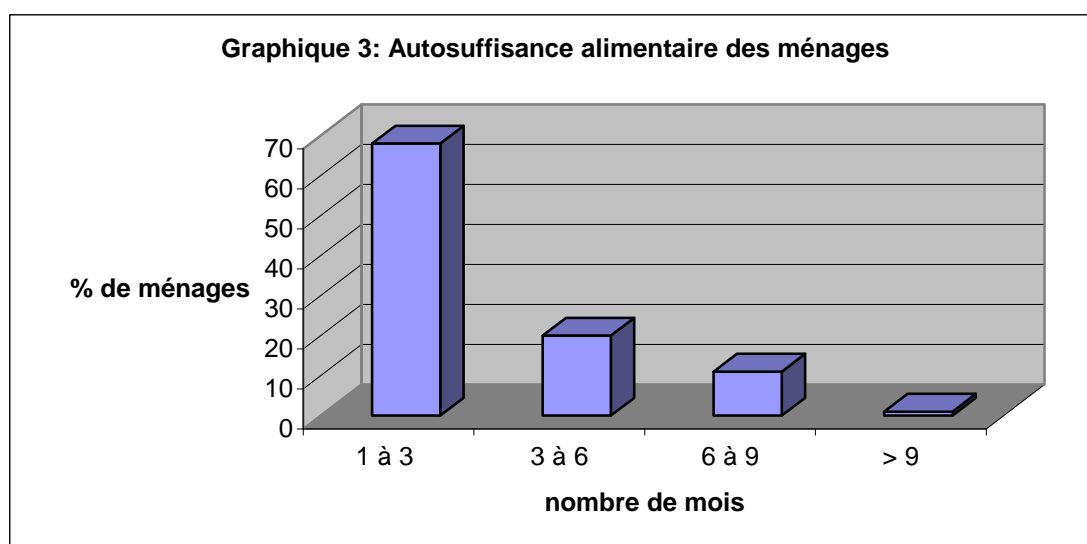


**Sources :** enquêtes réalisées en 2007 dans le cadre du projet

C'est aussi une riziculture de subsistance et déficitaire puisque 41 % des ménages estiment leurs revenus agricoles insuffisants par rapport aux dépenses dans le cas de la submersion libre contre 32 % des ménages pour la submersion contrôlée.

In fine, l'évaluation de l'autosuffisance alimentaire (graphique 3) montre que seulement 1% des ménages arrive à couvrir leurs besoins alimentaires sur une période de plus de 9 mois, à partir de leur seule production agricole. En revanche, pour près de 70 % des ménages<sup>10</sup>, les besoins ne sont satisfaits que pour une courte durée de 1 à 3 mois.

Cette agriculture ne garantit donc plus la sécurité alimentaire des ménages. C'est dire combien, il y a lieu de rechercher de nouvelles solutions – barrage ou pas – pour sortir de l'impasse !



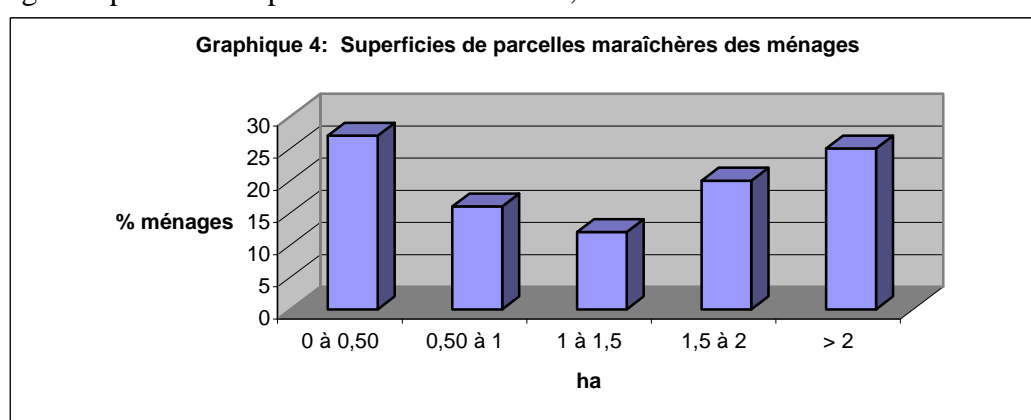
**Sources :** enquêtes réalisées en 2007 dans le cadre du projet

<sup>10</sup> Le reste de l'année, les chefs de ménage font vivre les leurs grâce à la solidarité de parents partis en ville ou à l'étranger et (ou) grâce à des dons de céréales distribuées par des ONG ou le gouvernement.

## b) Le maraîchage, une alternative à promouvoir

Alternativement à la riziculture, les ménages pratiquent des cultures maraîchères installées aux abords immédiats du fleuve ou dans les îlots non submersibles. Cette activité est timide en aval mais plus développée en amont où 84 % des ménages enquêtés disposent de parcelles maraîchères. Néanmoins, même dans cette zone, un quart des parcelles est aujourd'hui à l'abandon en raison, semble-t-il, de l'insuffisance des crues et de la divagation des animaux.

L'observation du maraîchage dans la zone amont permet de distinguer deux pratiques. La première consiste en l'installation de cultures mixtes combinant légumes (pomme de terre, tomates, oignons, patates, laitues, haricot, courges, etc.) et céréales (blé, orge, maïs) tandis que la deuxième porte sur la culture de tabac. Le graphique 4 présente les superficies des parcelles maraîchères au niveau des ménages. L'inégale répartition des terres apparaît également en matière de maraîchage pour lequel 27 % des ménages disposent de superficies inférieures à 0,5 ha.



**Sources :** enquêtes réalisées en 2007 dans le cadre du projet

Globalement, le maraîchage des cultures mixtes est peu développé. Seuls quelques rares exploitations-pilotes parviennent à produire pour le marché local ou régional. En revanche, la culture du tabac est très pratiquée, du moins dans les villages de la commune rurale de Bamba. Elle l'est en revanche moins, voire inexistante, dans la zone aval où l'on affirme que sa culture est interdite par l'islam. Dans le cas de sa pratique, le tabac joue un rôle particulièrement important dans l'économie familiale et villageoise puisque de l'avis de nombreux interlocuteurs, sa rentabilité économique est supérieure à celle du riz. A cet effet, les paysans affirment que le « djambou » constitue la force du pauvre !

L'évaluation de sa production n'est cependant pas aisée en raison des déperditions diverses. Selon nos estimations, elle est en moyenne d'environ six (6) bérêts par ménage, appelés localement « fadda ». En fonction des besoins des ménages, la production est vendue, tout le long de l'année, sur les marchés locaux ou acheminée sur les marchés de Gao, Gossi, Hombori ou même exportée au Burkina Faso. C'est une source importante de revenus puisque 81 % des ménages estiment leur exploitation excédentaire par rapport aux dépenses. *C'est pourquoi dans la perspective du barrage, cette culture mérite une attention toute particulière, plus que dans les études déjà réalisées où elle est totalement occultée.*

### **3.1.3. L'eau au centre du développement pastoral**

L'élevage demeure une activité importante dans la zone de l'étude. Il apparaît ainsi que 75 % des ménages pratiquent un élevage principalement caprin, ovin, bovin, asin et subsidiairement camelin.

Mais les effectifs du cheptel demeurent globalement faibles. Parmi les ménages ayant des animaux, 87 % ont moins de 10 bovins, 75 % moins de 10 ovins et 73 % moins de 10 caprins. Les asins sont encore plus rares, puisque 92 % des ménages ont moins de 5 têtes.

A la décrue, la vallée du fleuve se transforme en une immense zone pastorale où converge le cheptel des populations tant sédentaires que nomades surtout dans la zone amont. Les pâturages de décrue, accessibles en mars-avril, sont très convoités en raison de la présence d'*Echinochloa stagnina* (bourgou), espèce très appréciée pour l'alimentation animale et humaine. Cependant, les bourgoutières subissent une forte dégradation résultant de plusieurs facteurs dont les plus importants sont l'ensablement, la pression agricole et pastorale et la coupe abusive.

La composante élevage de l'étude de factibilité et d'impact de Taoussa (Coyne et Bellier, 1997) estime une superficie de bourgoutières naturelles de 1 156 ha dans la région de Gao contre 9 607 ha dans la région de Tombouctou. Outre les bourgoutières naturelles, se pratique une bourgouculture à l'échelle villageoise et familiale. Les résultats de nos enquêtes montrent, pour la zone amont<sup>11</sup>, que 32 % des ménages disposent de bourgoutières privées sur des superficies globalement inférieures à 0,50 hectare. Selon Coyne et Bellier (1997), les superficies de bourgou régénérées sont de 440 ha dans la région de Gao entre 1988 et 1995 contre 24 501 ha pour la région de Tombouctou de 1985 à 1996. Selon la même étude, la capacité de charge des bourgoutières des régions de Gao et Tombouctou est de 112 500 UBT pour les bourgoutières naturelles et 324 233 UBT pour les bourgoutières régénérées, soit un total de 436 733 UBT.

Le bourgou fait l'objet de fauche et s'empile en bottes séchées puis distribuées aux animaux en période de soudure ou vendues sur le marché local. La fauche du bourgou est une activité importante qui occupe 88 % des ménages possédant des animaux. Sa vente est une activité très lucrative à laquelle s'adonnent environ 30 % des ménages qui le fauche dans la zone amont.

Conjointement à l'alimentation, le fleuve assure l'abreuvement des animaux. Ainsi, en saison sèche, la raréfaction des pâturages et surtout le tarissement des points d'eau (mares, puits, etc.) dans les hinterlands font du fleuve la principale source d'abreuvement du bétail sédentaire et nomade.

Cependant, pour les animaux, le fleuve représente une contrainte (relative) de passage entre le Haoussa et le Gourma. Ce passage d'une rive à l'autre se fait au cours des traversées à la nage ou dans les pirogues et concerne essentiellement les nomades du Haoussa. Pour ces nomades, la traversée constitue une étape ultime de la transhumance annuelle et une stratégie efficace de gestion des pâturages et du troupeau. Cette stratégie consiste à faire profiter aux animaux des conditions naturelles optimales de chaque zone, compensant ainsi la rareté des ressources pastorales d'une zone par les disponibilités de l'autre. Généralement, le passage dans le Gourma se fait en début d'hivernage et le retour dans le Haoussa se fait fin août - septembre quand les conditions pastorales y sont optimales ; le stationnement dans la vallée se faisant en fin de saison sèche (mars-mai). Ce passage se fait à travers des points de traversées dont dispose quasiment chaque village. Selon les informations recueillies auprès de certains interlocuteurs nomades, les principaux points de traversée de leur cheptel sont Thira (commune de Téméra), Hamgoundji, Garbamey et Tankane (commune de Bamba), Bourem, Barkaina et Taoussa (commune de Bourem). Dans le choix du point de traversée, la distance est primordiale, celle-ci devant être suffisamment courte.

---

<sup>11</sup> La pratique est négligeable dans la zone aval

### 3.1.4. Les usages piscicoles entre permanence et mobilité

Activité permanente dans la Boucle du Niger, la pêche implique les sédentaires autochtones et les populations allochtones, installées dans les campements le long du fleuve. Elle est pratiquée par 36 % des ménages sédentaires pour lesquels il s'agit d'une activité occasionnelle ou permanente (les Songhoï pêchent principalement entre février et juillet) et une source complémentaire de protéines.

Pour les populations allochtones, composées de bozos (originaires principalement de la région de Ségou) et de Haoussas (originaires du Nigeria), la pêche demeure une activité économique principale. L'étude de Coyne et Bellier (1996) dénombre, à partir des informations recueillies auprès de la Direction régionale des ressources forestières, faunistiques et halieutiques de Gao et de l'antenne Croix Rouge de Gao, près de 120 campements, dont 38 à Ansongo (dominance Sorko), 28 à Gao (dominance Sorko et bozo), 26 à Bourem (dominance bozo), 17 à Tombouctou (dominance Sorko et bozo) et 10 à Gourma Rharous (dominance Sorko).

Nous avons dénombré, avec l'appui du service de la pêche, 43 campements de pêcheurs dans le seul cercle de Bourem (tableau 2), soit une augmentation de 65,4 % en une décennie.

Tableau 2 : Nombre de campements de pêcheurs dans le cercle de Bourem

Communes	Nombre de campements	Ethnies
Bamba	16	Bozos
Bourem	12	11 Bozos et 1 Haoussa
Taboye	8	6 Bozos et 2 Haoussa
Téméra	8	Bozos
Total	43	40 Bozos et 3 Haoussa.

Sources : enquêtes réalisées en 2007 dans le cadre du projet

Contrairement aux sédentaires, ces pêcheurs professionnels disposent d'équipements adaptés pour traquer les poissons dans toutes les parties du fleuve. Une autre différence réside dans la mobilité de cette forme de pêche qui s'étale sur des dizaines de kilomètres et couvre plusieurs villages. Il semble que les prises sont maximales à l'amorce de la décrue lorsque les poissons quittent les zones de frayère (rizières, bourgoutières, etc.) pour retourner dans le lit du fleuve. En hautes eaux, l'activité est ralentie et les pêcheurs s'occupent principalement de la réparation et de la préparation des matériels.

Les informations recueillies auprès des interlocuteurs révèlent une activité de pêche très intensive, au rythme souvent de 3 fois par jour (matin, soir et nuit), sur une période de 7 à 8 mois. La vente du poisson (séché et fumé) se fait principalement dans la région de Mopti et procure des revenus d'exploitation pouvant atteindre 2 000 000 Fcfa. Dans la partie aval, les plus gros poissons sont placés dans des congélateurs et achetés par des commerçants qui alimentent ainsi les marchés de Bamako et de Niamey, où la demande est forte.

A l'analyse, cette pêche intensive n'est pas sans dommages sur la ressource dont la baisse de la diversité est reconnue par tous. Sur l'ensemble des villages, un recensement instantané et non exhaustif au près des ménages pêcheurs dénombre un ensemble de 32 espèces de poissons disparues ou en voie de disparition. En outre, l'observation de la pratique montre une capture qui n'épargne même plus les alevins en raison de l'utilisation des filets à petite maille compromettant du coup la

régénération de la ressource. Enfin, la réduction des bourgoutières affecte sérieusement l'alimentation et la reproduction des poissons.

### **3.1.5. Le fleuve, facteur de désenclavement et d'innovation commerciale**

Dans la zone, l'impraticabilité d'une piste, fortement ensablée quand elle existe, rend le transport pénible sur des distances pourtant relativement courtes. Le fleuve est alors un relais utile pour la circulation des hommes et des marchandises. Le transport fluvial est assuré par des pirogues, des pinasses et des bateaux.

La pirogue est un outil, un bien indispensable dont dispose au moins 51 % des ménages. Elle est utilisée, selon les cas, pour la pêche, la récolte de paddy, la fauche du bourgou, la cueillette, la traversée des animaux et les divers déplacements.

A l'échelle inter villageoise et interurbaine, le transport est assuré par les pinasses plus volumineuses (capacité de 10 à 120 tonnes), motorisées, qui jouent un rôle important dans le développement commercial de la zone. On dénombre au moins 10 pinasses assurant la circulation entre Diré et Gao. La pinasse peut être privée ou louée et constitue une petite entreprise ambulante opérant dans le transport des hommes, des animaux et de diverses marchandises. A titre d'illustration, les entretiens avec un locataire révèlent un coût de location mensuelle de 80 000 Fcfa, sur une période de 6 à 7 mois et l'emploi d'une dizaine de personnes, composée de conducteurs, de manœuvres (pour la cuisine et le déversement de l'eau entrant par les parois), de chargés de manutention et d'un chargé des finances. L'activité semble rentable puisque le bénéfice mensuel varie entre 40 000 - 50 000 Fcfa. Mais le transport en pinasses est souvent à la base de graves accidents. Outre l'absence de règles formelles de navigation, ces pinasses sont rarement dotées d'équipements de sécurité et les techniques de conduites ne sont bien souvent ni maîtrisées, ni respectées. C'est dans ce contexte que s'est produit, en décembre 2006, la collision de deux pinasses entre Gao et Bourem entraînant une vingtaine de morts et de nombreux disparus.

Par ailleurs, le fleuve favorise un commerce innovant basé sur des mécanismes d'échanges entre commerçants ambulants et populations riveraines, notamment les agriculteurs sédentaires et les pêcheurs des différents campements. Avec les sédentaires, le système consiste au troc du paddy contre divers articles (thé, sucre, savons, etc.) ou du crédit octroyé par le commerçant lors de la période de soudure. Les entretiens avec un leader<sup>12</sup> de cette pratique, ont permis de dénombrer au moins 15 commerçants dans le seul secteur de Garbamey (entre Zamane et Hamgoundji). Employeur de 5 personnes, il estime à 3.5 millions en 2004 et à 3 millions en 2005 ses bénéfices annuels, qui restent néanmoins fortement dépendants de la campagne agricole.

Avec les pêcheurs, la démarche consiste à octroyer un prêt équipement ou monétaire, remboursable en poissons, qui sont alors conservés dans les congélateurs, mis à la disposition des campements par les commerçants. Dans les deux cas, les commerçants se déplacent à bord de pinasses avec escales dans les différents villages et campements.

Ce système de commerce doit faire l'objet d'une étude plus poussée et orientée sur l'évaluation précise de son impact socio-économique. L'examen général de la question fait déjà le constat d'un épuisement rapide et inquiétant des stocks de céréales villageois surtout au niveau des villages de la rive droite qui

---

<sup>12</sup> Il s'agit de Mogazou dit Mahamar Djiri qui pratique cette activité depuis 1973.

disposent rarement de foires et d'une raréfaction du poisson sur les marchés locaux avec un risque d'accentuation du problème d'insécurité alimentaire des populations locales.

Enfin, à l'échelle nationale, le transport est assuré par les bateaux courriers et pour le fret, qui contribuent au développement des échanges commerciaux entre le sud et le nord du pays. A leurs bords, sont louées des étales pour les produits de première nécessité vendues à l'intérieur et aux différentes escales.

### **3.1.6. Le fleuve, au service de la cueillette et de l'artisanat**

La crue du fleuve contribue à la régénération et au développement de nombreux produits de cueillette et d'artisanat. La cueillette concerne un ensemble varié d'espèces utilisées dans l'alimentation des ménages mais s'intensifie surtout au cours des années de faibles productions agricoles. Sont consommées alors les graines et les bulbes de *Nymphaea lotus* (djinaw<sup>13</sup>), *Nymphaea mucronata* (doundou), les graines d'*Echinochloa stagnina* (bourgou), les feuilles de *Aeschynomene nilotica* (karou), les fruits de *Hyphaene thebaica* (kangey), etc. Ces espèces se répartissent sur toute la vallée du fleuve ; leur collecte se fait en toute période et implique autant les hommes que les femmes. La cueillette occupe les deux tiers des ménages et reste encore prépondérante dans le régime et la sécurité alimentaire des ménages.

En raison de la raréfaction de nombreuses espèces (*Vetiveria nigriflora*, *Hyphaene thebaica*, etc.), l'artisanat s'appuie principalement sur la fauche de l'*Oryza longistaminata* (baw) très utilisée dans la confection des cases traditionnelles et des hangars. L'activité demeure pratiquée par 30 % de ménages et l'espèce est en constante dégradation liée, outre sa fauche pour les besoins de l'artisanat, au surpâturage et à son utilisation dans la réfection des digues.

### **3.1.7. Usages culturels et cultuels et rôle sécuritaire du fleuve**

Les usages culturels et cultuels du fleuve ont un profond ancrage historique. Ils relèvent du domaine particulier d'un groupe, appelé « issa koy » ou « dô » en songhoy, qui se traduit littéralement par le maître ou propriétaire du fleuve. En principe, chaque village a sa famille de maître de l'eau, dont le domaine fluvial est bien défini et reconnu par les autres villages. Il semble que le pouvoir de maître de l'eau s'acquiert, à l'origine, à travers un pacte avec les esprits (*Jinney*) puis se transmet de génération en génération selon des règles garantissant son bon usage. Dans la zone d'étude, le pouvoir est détenu aussi bien par les hommes que par les femmes. Jusqu'à une date récente, ce pouvoir était redouté et respecté par tous : personne n'osait faire passer son troupeau d'une rive à l'autre sans autorisation préalable. Mais, de nos jours, l'influence du dô se réduit considérablement en raison des interdictions de ces pratiques par un islam très dominant dans la Boucle du Niger. En outre, la sévérité des étiages - le fleuve s'est même arrêté de couler pour la première fois en 1984 - fait aussi que « le fleuve ne fait plus peur ».

Lorsque son pouvoir est reconnu, le maître de l'eau est consulté pour la protection contre les animaux aquatiques dangereux (caïmans, hippopotames notamment), la traversée des animaux, la pêche, l'abattage des animaux aquatiques ou lors des noyades pour retrouver les corps des disparus. Avec le barrage qui soutiendra les étiages dans tous les cas, les dô retrouveront peut-être - une partie au moins - de leur pouvoir d'antan !

---

<sup>13</sup> Les mots entre parenthèses sont les appellations songhoy.

Enfin, pour les populations sédentaires, le fleuve sert de zone de refuge dans le cas d'incursions ennemies comme en période des rezzous ou de rébellions.

### 3.2. Bénéfices et incertitudes du barrage de Taoussa

Le diagnostic des usages a mis en évidence une forte relation à l'eau des populations de la zone d'étude où la vallée du fleuve est un élément clé de l'organisation et du développement socio-économique. Le barrage de Taoussa vise à rationaliser et à renforcer la place de la vallée dans ce « socio-hydrosystème » mais ce faisant, il engendre incontestablement des mutations qu'il convient d'étudier et de comprendre aujourd'hui pour éviter les corrections tâtonnantes et d'à-coup de demain.

#### 3.2.1. Quel devenir pour les usages actuels ?

Pour les usages agricoles, les populations sont bien conscientes de la submersion permanente des parcelles au niveau du lac de retenue du barrage. Dans ce cas, l'impraticabilité de la riziculture apparaît globalement dans tous les témoignages. Les rizières actuelles ne seront alors plus que de vastes étendues d'eau qui se confondront avec le lit mineur du fleuve. Cependant, certains ménages affirment qu'un niveau de crue acceptable favorisera la mise en valeur de certaines plaines hautes non immergées par les crues actuelles. Dans le cas d'une hauteur d'eau plus importante, d'autres imaginent des scénarios de mise en culture de nouvelles terres dans le Haoussa et dans le Gourma. En aval, l'intérêt de la maîtrise de la crue et du soutien au débit d'étiage est capital d'autant plus que le caractère aléatoire des crues constitue une contrainte majeure à la sécurisation des productions rizicoles. Mais, dans les villages aval proches du site de barrage (Maza, Konkrom), les populations n'appréhendent pas du tout la possibilité d'une seconde saison de culture (qui contrarierait les activités pastorales et nécessiterait des efforts accrus), alors même que les concepteurs du barrage voient dans le renforcement des eaux d'étiage et l'instauration d'une culture de contre-saison une des raisons essentielles à sa réalisation.

En amont comme en aval, les témoignages concordent globalement sur la promotion de l'agriculture maraîchère avec la disponibilité permanente de l'eau assurée par le barrage. Néanmoins, les discussions ont montré l'importance du lieu de recasement qui garantira ou non le maintien et le devenir des usages agricoles de l'eau.

Les craintes sont aussi grandes en ce qui concerne les usages pastoraux avec la disparition ou l'inaccessibilité du bourgou en particulier et des pâturages de décrue en général. La privation de ces pâturages perturbe le système d'élevage local. Certains ménages mettent en évidence les difficultés des traversées tandis que d'autres évoquent le risque d'augmentation de la mortalité animale et de paupérisation des familles. Ces craintes sont encore plus fortes lorsque le recasement est envisagé dans une zone non inondable. Pour l'heure, les attentes concernent l'aménagement de nouvelles bourgoutières sur les hautes terrasses, d'espaces pastoraux en zone exondée, l'appui en aliment bétail, le suivi zoo-sanitaire, etc.

En matière piscicole, les propos se répartissent en deux tendances contradictoires. La première présage la détérioration de la pêche résultant de certaines difficultés pratiques liées à l'augmentation de la hauteur d'eau : refuges des poissons dans le lit mineur ou dans les broussailles désormais atteintes par le fleuve et éloignement des aires de pêche. En outre, la décadence résultera de l'affaiblissement du courant de l'eau dont les conséquences sont l'obstruction des filets suite à la pollution de l'eau, la rouille des hameçons et la conduite difficile de certaines pratiques de pêche comme le filet rampant.

Enfin, la disparition des bourgoutières et l'inefficacité des équipements actuels sont autant d'éléments soutenant l'hypothèse de détérioration des usages piscicoles. A l'inverse, la deuxième hypothèse part du principe selon lequel « l'eau, c'est le poisson » d'où la promotion de l'activité piscicole. Tous les ménages sont cependant unanimes que les usages piscicoles ne sont envisageables que dans un contexte d'accès au fleuve.

Selon les interlocuteurs, les usages domestiques ne subissent pas de modifications majeures si le lieu de recasement donne accès à l'eau. En matière de transport fluvial, les populations sédentaires pensent que les pirogues seront certes plus sollicitées mais leurs utilisations deviennent difficiles face à l'étendue de l'eau. En outre, l'activité n'est possible que dans un contexte de recasement près du fleuve. Les commerçants ambulants pensent, pour leur part, à une plus grande promotion de leurs activités.

La permanence de l'eau entrave la régénération des espèces de cueillette et d'artisanat compromettant ainsi la disponibilité de compléments alimentaires importants. Cependant, certains ménages pensent que ces espèces recoloniseront de nouveaux espaces évitant ainsi leur disparition. En matière culturelle et cultuelle, de l'avis des interlocuteurs, l'augmentation du niveau de l'eau du fleuve garantit la présence d'animaux aquatiques contre lesquels la protection des personnes et des biens est toujours sollicitée. Dans ce cas, les usages culturels et cultuels trouveront peut-être toute leur place.

### **3.2.2. La nécessaire adaptation des populations au scénario barrage**

La réalisation d'un barrage est un événement marquant du processus de développement de la région concernée. Dans le cas du Nord Mali, tout au moins de la vallée du fleuve, c'est le barrage de Taoussa qui définit désormais les grands axes de développement. C'est à ce titre que les autorités parlent de schémas de développement et d'aménagement de la Boucle du Niger.

Mais, pour les bénéficiaires mêmes, le barrage reste une initiative de développement encore méconnue qu'il faut s'approprier et à laquelle il faut s'adapter pour en tirer tous les bénéfices. Cette adaptation, nécessaire à toutes les étapes de la réalisation de l'ouvrage, a une triple dimension environnementale, socioculturelle et économique. Au plan environnemental, la réalisation du barrage aboutit à l'apparition de nouveaux paysages et écosystèmes dont la gestion durable impose de nouvelles connaissances et stratégies aux communautés riveraines. L'instauration de ces paysages et écosystèmes concerne aussi bien les populations restées que celles déplacées. Une nouvelle éducation et politique de gestion environnementale s'avèrent donc indispensables. Au plan socioculturel, la réalisation du barrage engendre un brassage entre différents modes de vie ou apporte de nouveaux dont la gestion est essentielle pour la conservation et la valorisation des pratiques et traditions actuelles. Le barrage favorisera, sans nul doute, le développement touristique, l'accès à une nouvelle forme d'énergie, les habitudes et comportements citadins, qui ne seront pas sans conséquence sur la culture villageoise. Enfin, au plan économique les systèmes de production actuels doivent prendre en compte, s'adapter ou même être remplacés par d'autres imposés par le barrage.

### **3.2.3. Taoussa face à la vulnérabilité environnementale et socio-économique**

La zone d'intervention du projet de Taoussa est l'une des plus vulnérables du Mali au plan environnemental et socio-économique. Son développement est entravé par la combinaison et l'enchevêtrement de nombreuses contraintes, dont la dégradation des ressources naturelles,



l'ensablement des cours d'eau, l'insécurité alimentaire, la pauvreté, l'exode des jeunes, etc. Le barrage s'inscrit alors dans le cadre d'une stratégie de réponse à cette vulnérabilité grandissante. Ainsi que le rappelle Coyne et Bellier (1996), le projet répond au souci des Autorités Maliennes d'aider les populations des régions Nord du Mali qui sont durement frappées par la sécheresse persistante et les effets inquiétants de la désertification.

Aussi, cette vulnérabilité mérite d'être appréhendée comme facteur de risque. En effet, la zone du projet relève du domaine climatique aride avec des précipitations globalement inférieures à 200 mm et une forte évaporation. Selon l'étude de factibilité et d'impact réalisée par Coyne et Bellier (1996), pour une cote d'exploitation du barrage de 258,50 m, la superficie de la retenue est estimée à 981 millions de m<sup>2</sup> et le volume de pertes annuelles par évaporation serait de 2,4 milliards de m<sup>3</sup>, ce qui représente à peu près 8% des apports du site.

En outre, le phénomène d'ensablement actuel, marqué par la succession de chaînes dunaires le long des deux rives du fleuve, constituera une menace non négligeable pour le réservoir du barrage, les aménagements et les infrastructures. L'étude de l'ensablement de la vallée du fleuve dans la Boucle du Niger au Mali (1994) indique ainsi que sur les 130 km de cours du fleuve entre Bourem et Bamba, 40,5 km sont concernés par un danger direct d'ensablement dû à des formations dunaires. C'est dire combien la menace est pesante puisque un tiers de l'axe est concerné. Pour la partie aval, sur les 90 km de cours du fleuve entre Gao et Bourem, 34 km sont menacés par un danger d'ensablement dû à des formations dunaires ; ce qui représente 38 % du cours le long de cet axe.

Pour les parcelles rizicoles, les statistiques des SLACAER<sup>14</sup> de Niafunké (région de Tombouctou), Gao et Ansongo estiment des pertes<sup>15</sup> de superficies exploitables dans les plaines agricoles traditionnelles principales de 25 à 33 % au cours des trente dernières années. A l'échelle de notre échantillon-aval, le village de Maza, par exemple, n'exploite plus que 420 ha en submersion libre, soit moins de la moitié du potentiel irrigable dans un passé récent.

In fine, la lutte contre l'ensablement, au-delà des actions actuelles conduites par les projets notamment le Projet Environnemental d'Appui à la Lutte Contre la Désertification dans une perspective de Développement (PEALCD) doit être renforcée.

Par ailleurs, dans sa mise en œuvre, le projet favorise le développement de la riziculture irriguée encore peu ou pas maîtrisée, complexe en matière d'organisation et de gestion et onéreux en coûts de production. Ainsi, S. Kouyaté et C.M. Haidara (2006) parlent d'énormes difficultés sur tous les plans (institutionnel, foncier, technique, socio-économique, financier, etc.) et d'un système en totale décrépitude<sup>16</sup>. Le risque réside alors dans l'abandon des exploitations familiales pauvres au profit des riches commerçants et entrepreneurs locaux et étrangers. L'autre dimension du risque réside dans l'hypothèse non exclue de l'incapacité de certains ménages à supporter les charges d'exploitation, avec dans ce cas, un recours constant au budget de l'état dont les dépenses se verront davantage accrues. Une évaluation économique précise des coûts de production en adéquation avec les réalités socio-économiques locales permet non seulement de s'inscrire dans la politique nationale de lutte contre la pauvreté et l'exclusion mais aussi de garantir la durabilité et la viabilité du projet.

---

<sup>14</sup> Service Local de l'Appui — Conseil de l'Aménagement et de l'Équipement Rural.

<sup>15</sup> Ces pertes sont liées à l'ensablement et à la baisse du niveau des crues.

<sup>16</sup> Source : [www.drylands-group.org/noop/file.php?id=717](http://www.drylands-group.org/noop/file.php?id=717). S. Kouyaté., C.M. Haidara., 2006. Etude sur la problématique des périmètres irrigués villageois au Nord du Mali, février 2006, GCoZA rapport n°41, consultée le 02 novembre 2007.

### 3.2.4. La question foncière au cœur du projet du barrage

Le barrage de Taoussa, annoncé depuis l'époque coloniale, passe dans la mentalité locale d'un projet « fantôme » ou de « bureau » à une réalité levant le doute chez les derniers sceptiques. Aujourd'hui, la question foncière est au cœur du débat, suscitant inquiétudes chez les uns et espoirs chez les autres. Mais, l'option de recasement s'envisage mal pour l'ensemble des ménages, qui en fonction de leur position actuelle manifestent une préférence soit pour le Haoussa, soit pour le Gourma, selon le critère prépondérant d'adaptation des hommes et des animaux au milieu. Le déplacement du village pose alors le problème de perte de biens familiaux (maisons, cours, arbres, etc.) et collectifs (puits, mosquées, écoles, centres de santé, etc.). Certains propos sont assez révélateurs de la contrainte du recasement lorsque l'abandon du village est assimilé à un « emprisonnement » ou plus grave à un « enterrement ailleurs ».

Outre les pertes matérielles évidentes, certains ménages évoquent des contraintes socioculturelles notamment la rupture avec le passé du village et s'interrogent sur le maintien des rapports actuels du bon voisinage entre familles, les bouleversements du système de vie actuel et le risque d'accentuation de l'exode. Ces interrogations sont d'autant plus persistantes que ni les lieux encore moins les conditions de recasement ne sont clairement définis engendrant, dans bien de cas, confusion, peur et inquiétude sur le sort.

En l'absence d'information formelle, du moins en ce qui concerne les populations locales, dont elles ont pourtant droit, les niveaux de compréhension et les interprétations divergent entre pessimisme, scepticisme ou optimisme. Parallèlement aux missions d'études complémentaires, l'information formelle a aujourd'hui toute sa place puisque déjà sollicitée par les communautés. La création d'une cellule d'information et de communication au niveau de l'Autorité pour l'Aménagement de Taoussa, si elle ne l'est déjà, s'avère nécessaire.

Le pessimisme est lié à la crainte de perdre les terres de cultures familiales (rizières, périmètres maraîchers, etc.) suite à la création du lac de retenue ou à la fluctuation de la hauteur d'eau. Or, ces terres sont considérées comme la « base et le moyen d'existence », la « source de revenus ». Pire, les ménages s'interrogent, en cas de recasement, sur la possibilité d'être dans une zone proche du fleuve, de disposer de terres de cultures en compensation de leurs parcelles actuelles et de moyens de leur mise en valeur. Cette crainte se recense au niveau d'au moins 80 % des ménages et demeure plus grande en ce qui concerne les propriétaires terriens et des ménages à économie de dominance agricole. Les pessimistes les plus radicaux manifestent clairement leur désavoue ment vis-à-vis du barrage.

L'optimisme se perçoit surtout chez les ménages proches du milieu politique et administratif dont le langage est plus rassurant. On le note également au niveau de certains villageois qui ont observé le développement actuel de la riziculture au niveau des barrages de Markala et de Sélingué avec la possibilité de faire plusieurs récoltes par an. Encore que ces ménages donnent une appréciation sur la finalité (l'étape actuelle) et non sur le processus.

Enfin, sont encore sceptiques quelques rares ménages pour lesquels, la réalisation du barrage annoncée fort longtemps, n'est pas pour aujourd'hui, donc pas une affaire de leur époque mais celle de leurs enfants ou petits enfants.

Cependant, pour tous les ménages, la confiance et surtout les attentes vis-à-vis de l'Etat sont grandes dont ils croient détenir et apporter les solutions aux problèmes futurs. Au plan du foncier, ces attentes

se résument globalement à l'octroi, l'aménagement et l'appui à la mise en valeur de nouvelles parcelles agricoles répondant au besoin des ménages.

### **Conclusion**

La vallée du fleuve Niger reste indubitablement une zone de potentialités mais celles-ci sont encore loin d'être valorisées au bénéfice du développement durable de la Boucle du Niger. Ainsi, les systèmes agricoles traditionnels s'effritent tandis que les techniques introduites<sup>17</sup> par les partenaires extérieurs ne sont pas totalement appropriées par les populations locales. En outre, ici plus qu'ailleurs, se pose avec acuité la question de sauvegarde du fleuve qui demeure l'artère vitale des populations riveraines.

C'est la réalisation du barrage de Taoussa qui est envisagée par les autorités maliennes en réponse à ces contraintes. Son importance est globalement bien perçue dans le milieu politique et administratif régional et local. Mais, pour de nombreuses populations locales, l'idée du barrage reste confuse et dans ce cas il est plus porteur de dommages que d'intérêts. Les incertitudes apparaissent ainsi au niveau de tous les usages en dehors du maraîchage et du commerce fluvial pour lesquels les interlocuteurs affichent un réel optimisme. Néanmoins, aussi inquiètes soient-elles, les populations restent confiantes en l'Etat qu'elles considèrent comme un allié. De ce fait, il appartient à l'Etat à travers l'Autorité pour l'Aménagement de Taoussa d'impliquer largement les acteurs locaux pour non seulement consolider cette confiance mais surtout procéder à une analyse et une gestion concertées des risques liés au barrage. Ce processus doit s'engager, au delà de l'échelle communale, à l'échelle des structures locales comme les associations socioprofessionnelles (pêcheurs, éleveurs, agriculteurs, etc.) ou d'autres, comme celle créée en 2007 et dénommée « Association Taoussa Albarka », regroupant les ressortissants des cercles de Bourem, de Rharous et de Tombouctou. Il semble que telles associations existent ou se créent dans d'autres localités. L'appui à la structuration de ces associations semble nécessaire pour en faire des partenaires responsables au plan de la légitimité et de la légalité.

---

<sup>17</sup> En dehors des périmètres irrigués villageois, les alternatives agricoles sont rares.

## Bibliographie

- Agence du Fleuve Niger**, 2007. Rapport de l'Étude sur les seuils du fleuve Niger. 78 p.
- Bénech V. et Dansoko D.**, 1994. Reproduction des espèces d'intérêt halieutique. In Quensièrre J. (ed.), La pêche dans le delta central du Niger, pp. 213-228. ORSTOM - KHARTALA, Paris.
- Bosc P.M., Dolle V., Garin P., Yung J. M.**, 1992. Le développement agricole au sahel. Collection « Documents Systèmes Agraires ». N° 17. 5 tomes.
- Brunet Moret Y., Chaperon P., Lamagat J. P, Molinier M.**, 1990. Monographie régionale du fleuve Niger. 3 tomes.
- Coyne et Bellier.**, 1996. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Annexe 3. Aménagements hydro-agricoles. 77 p + annexes.
- Coyne et Bellier.**, 1996. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Rapport de synthèse 135 p.
- Coyne et Bellier.**, 1997. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Annexe 1. Agro-économie. 57 p.
- Coyne et Bellier.**, 1997. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Annexe 8. Transport fluvial. 51 p.
- Coyne et Bellier.**, 1997. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Annexe 4. Elevage. 75 p.
- Coyne et Bellier.**, 1997. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Annexe 5. Elevage. 22 p + annexes.
- Coyne et Bellier.**, 1997. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Annexe 7. Hydrologie, Climatologie, qualité des eaux et transport solide. 70 p + annexes.
- Coyne et Bellier.**, 1997. Etude de factibilité et d'impact du barrage de Tossaye pour l'irrigation, la production d'énergie et la navigation. Schémas de développement et d'aménagement de la boucle du Niger. Volume 4, Annexe 3. Ecosystème – Recasement des populations. 60 p.

**D'Herbes J. M., 1993.** Bases écologiques pour une approche intégrée du développement rural en zone aride du Mali (région de Gao). Problématique du suivi des changements à l'interface des systèmes écologiques et des systèmes sociaux dans le cercle de Bourem. Publication PZA. 35 p et annexes

**DNEF, DNA, IARE., 1994.** Etude des modes de consommation alimentaire et de l'élevage en milieu sonraï dans le cercle de Bourem (villages de Konkrom, Garbamé et Ouagaye). Publications PZA. 38 p. et annexes.

**DNSI., 2002.** Recensement Général de la population et de l'habitat au Mali, 1-14 avril 1998. Analyse Conditions de vie des ménages et pauvreté. Bureau Central de Recensement.

- Gallais J., 1975. « Pasteurs et paysans du Gourma. La condition sahélienne. CEGET – CNRS. 239 p.

**Gareyane M., Maïga M., Mietton., 2006.** Les usages de l'eau dans la Boucle du Niger. Rapport Intermédiaire. Réseau Environnement et développement. AUF. 15 p.

- **Gareyane M., 2008.** La sédentarisation des nomades dans la région de Gao. Révélateur et déterminant d'une crise multidimensionnelle au Nord Mali. Thèse de doctorat de cotutelle en géographie. Lyon 3 – Université de Bamako. 341 p + annexes.

**ISFRA, IER, DNEF, IARE, décembre 1994.** Etude de l'ensablement de la vallée du fleuve dans la boucle du Niger. Rapport des travaux menés dans la région de Gao. Publications PZA. 77 p

**Leroux H.** (Administrateur adjoint de la FOM), 1953. Le problème des droits fonciers dans la Boucle du Niger, subdivision de Bourem, CHEAM- Paris. N° 2177.

- **MAÏGA M., 1996.** Les conséquences de l'implantation du barrage de Manantali sur la gestion des Ressources pastorales. Thèse de Doctorat. ISFRA. Université de Bamako. 240 p.

- **Marty A., 1984.** Gestion des pâturages en zone pastorale (région de Gao) in : La détresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Actes du colloque CIRAD, Dakar. 12 p.

- **Orange D., Arfi R., Kuper. Morand M, P., Poncet Y., 2002.** Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. IRD Editions. 987 p.

- **RGPH., 1998.** Répertoire des localités, résultats définitifs. p321-334.

- **SLACAER Ansongo, 2002.** Rapport d'activités annuel. 56 p.

- **SLACAER Gao., 2002.** Rapport d'activités annuel. 60 p.

- **SLACAER Niafunké., 2002.** Rapport d'activités annuel. 49 p.

# Connaissances et pratiques traditionnelles de conservation de la biodiversité

## Cas des populations riveraines de la Réserve de biosphère de la Boucle du Baoulé (Mali)

MAIGA M. A.<sup>1</sup>, DIALLO H.<sup>2</sup>, SONGORE I.<sup>3</sup>, DIARRA N.<sup>3</sup>, CISSE M.<sup>3</sup>,

### Résumé

Cet article traite de la contribution à la conservation de la biodiversité, des connaissances et pratiques traditionnelles des populations riveraines de la Réserve de biosphère de la boucle du Baoulé. Cette réserve est située entre les latitudes 13°10' à 14°30' Nord et les longitudes 8°25' à 9°50' Ouest. Elle est à cheval sur les régions administratives de Koulikoro et de Kayes. De nombreux villages jouxtent la Réserve qui est soumise à de fortes pressions anthropiques. Par le passé, les sociétés autochtones utilisaient la biodiversité de manière durable. La pression démographique et les crises socio-économiques et écologiques ont créé une situation nouvelle d'exploitation accélérée des ressources.

Compte tenu des différents intérêts des connaissances et pratiques traditionnelles des communautés autochtones et locales pour la conservation, il est nécessaire de les recenser et de les utiliser en les valorisant aussi bien au profit des communautés locales, qu'au profit de la conservation des éléments de la diversité biologique. Le présent article dont l'objectif est d'évaluer l'impact des connaissances et pratiques traditionnelles sur la conservation de la biodiversité se situe dans ce cadre.

La recherche a été conduite dans six villages dans un premier temps, des séances de discussion ont été organisées avec un groupe de villageois (les informateurs) reconnus comme des personnes ressources ayant une très bonne connaissance de la faune, de la flore et de l'utilisation des espèces animales et végétales. Dans un deuxième temps, une restitution a été organisée dans les villages de Missira et de Faladié. Elle a consisté en un retour de l'information pour permettre aux populations d'apprécier la compréhension des informations recueillies par l'équipe de recherche, de redresser les erreurs et de fournir des précisions complémentaires. Les discussions ont été menées au moyen d'un guide d'entretien.

Les résultats des enquêtes montrent que les pratiques de conservation des éléments de la biodiversité animale citées par les populations sont nombreuses et anciennes. Certaines relèvent de la culture des communautés (espèces totem, des animaux sacrés ou d'animaux non consommés,) d'autres de l'organisation de la chasse, du contrôle des chasseurs et des règles à respecter par tout chasseur. L'information donnée par les populations, particulièrement par les chasseurs qui connaissent bien la brousse, peut aider à estimer l'état de conservation de la faune. La présence ou l'absence d'une espèce, sa localisation dans une zone considérée suivant l'état de l'habitat, le volume approximatif et la tendance évolutive de sa population sont connus des chasseurs. Les mesures de surveillance peuvent alors être renforcées pour les espèces d'un grand intérêt (les grands mammifères herbivores ou carnivores) qui seraient menacées d'extinction. Les pratiques de conservation de la biodiversité végétale revêtent plusieurs formes : bois sacrés, interdiction et contrôle des feux de brousse, maintien de certaines espèces dans les champs où elles constituent le parc agro-forestier, etc. Des individus de plusieurs espèces forestières sont protégés parce qu'ils servent d'arbres autels. Des espèces, totem de certaines ethnies sont préservées, comme les arbres supposés abriter des esprits bienfaisants.

**Mots-clés :** Connaissances traditionnelles, pratiques de conservation, biodiversité, réserve de biosphère.

---

1, 3 Université de Bamako (ISFRA), tel : 7647 26 28

2 Faculté des Sciences et Techniques, Ecologie Appliquée, Université de Bamako, Mali. Email : Tél. : 618 48 77 ; télécopie : (223) 222 24 98.

## Abstract

This article deals with the contribution of traditional knowledge and practices of coastal populations to the Biosphere Reserve of the loop of Baoule to the conservation of biodiversity. The Biosphere Reserve of the Coop of Baoule is located between the North of latitudes  $13^{\circ}10'14''30$  and the West of longitudes  $8^{\circ}25'$  to  $9^{\circ}$ . It is situated up on the administrative regions of Koulikoro and Kayes. Many villages are located around the reserve with is subject to strong anthropogenic pressures. In the past, indigenous societies have used biodiversity sustainably. Population pressure and socio-economic crisis and environmental devastation created a new situation of accelerate exploitation of resources. Natural resources conservation practices are nevertheless not foreign to indigenous and local communities. Many of these species constitute the agro-forestry park. This is also the case of sacred groves and cemeteries, untapped environments with are areas of conservation of plants, small vertebrates and invertebrates. Some animals like crocodiles and lions are protected for their sacred nature and because of the customs of some indigenous communities. It is also recognized that indigenous and local communities can positively support good resource management if this management is based on their knowledge and conservation practices. Taking into account the different interests knowledge and traditional practices for conservation, it is necessary to identify and use them by reinforcing them not only for the benefit of local communities but also for the benefit of the conservation of the biological diversity components. T his article is aimed to assess the impact of knowledge and practices of biodiversity conservation.

The research was conducted in six villages in two steps. Initially, discussion sessions were held with a group of villagers (Informants) identified as resource persons with extensive knowledge of wildlife, flora and use of plant and animal species. In a second step a restitution session was organized in the villages of Missira and Faladié. It has consisted of a feedback in order to enable people to assess the appropriation of the information by the research team, to correct errors and to provide further details. Discussions were conducted using an interview guide. Elements of conservation practices of animal biodiversity are numerous and ancients. Some of them depend on cultural communities (totem species, sacred animals not to be consumed) and others depend on hunters themselves and to the rules to be respected by all of them. Practices of biodiversity conservation deal with protecting sacred groves, prohibition and control of bush fires and protection of certain species in areas where they constitute the agro-forestry park, etc. Many forest species are protected because they serve as trees altars. Some species, as totem of some ethnic groups, are preserved, such as some trees wich are supposed to give a shelter to protector spirits. The information given by the people, especially by hunters who know the bush, can help in estimating the status of wild life conservation. The presence or absence of given specie, its location in a given area according to the state of the environment its approximate population and the trends of its evolution are known by the hunters. Protection measures can, then, be taken and reinforced for species of great interest such as great mammalian herbivores or carnivores living in danger situation.

**Keywords:** traditional knowledge, practices of conservation, biodiversity, biosphere reserve.

## **I. Introduction**

C'est en 1971, à l'occasion d'une réunion de l'UNESCO que le Programme Man And Biosphère (MAB) succède au "Programme Biologique International" et fut émise pour la première fois l'idée de Réserve de Biosphère. L'enjeu du programme MAB de l'UNESCO est de bâtir une relation durable entre l'homme et la nature.

En effet, l'une des approches du programme intergouvernemental MAB de l'UNESCO est de travailler sur les interactions entre l'homme et la biodiversité. Ce programme s'appuie notamment sur les réserves de biosphère qui sont des sites permettant de tester la pertinence d'indicateurs relatifs aux interactions entre les paramètres sociaux et écologiques.

Les réserves de biosphère ont comme vocation d'être des espaces de développement durable construits sur le dialogue, des lieux d'expérimentation et d'apprentissage. Le rôle des réserves de biosphère est d'approfondir notre connaissance des écosystèmes et de leur processus, des interactions entre sociétés et nature dans différents contextes (Bouamrane *et al.*, 2006). Elles combinent trois fonctions complémentaires :

- La conservation des écosystèmes, des paysages, des espèces et de leurs patrimoines génétiques.
- le développement économique et social des communautés riveraines tout respectant la nature et la culture locale. Ceci implique que la population y prenne une part active et soit impliquée dans les prises de décision.
- Enfin, plus qu'ailleurs, une importance particulière est accordée à la recherche et aux études, à l'observation continue de l'environnement, la formation et l'éducation du public et des jeunes en particuliers, car elles fournissent un réel appui pour envisager de façon plus éclairée l'avenir du territoire et de ses habitants.

C'est dans cette optique qu'en août 1982, le Parc National de la boucle du Baoulé et ses trois Réserves de Faune Adjacentes (Badinko, Fina et Kongosambougou) ont été érigés en Réserve de Biosphère par le Programme MAB « l'Homme et la Biosphère » de l'UNESCO. Elle devient une Réserve Nationale déclarée comme bien du « Patrimoine Mondial ». Composée de trois blocs (Badinko, Fina et Kongosambougou), la Réserve de Biosphère de la boucle du Baoulé reçoit ainsi l'attention du Gouvernement du Mali et des organisations internationales de conservation des ressources naturelles en général et fauniques en particulier.

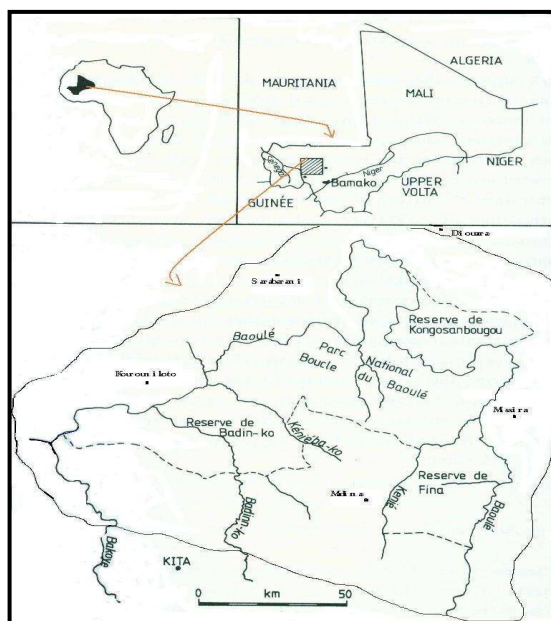
La Réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé est située entre les latitudes 13°10' à 14°30' Nord et les longitudes 8°25' à 9°50' Ouest. Elle est à cheval sur les régions administratives de Koulikoro et de Kayes. En raison de sa position à cheval sur les zones bioclimatiques sahélienne et soudanienne. La Réserve présente une grande diversité écologique. Le climat est marqué par deux saisons fortement contrastées : une saison sèche, d'octobre à Mai et une saison humide de juin à septembre. La pluviométrie moyenne varie de 500- 600 mm au Nord, à 800 - 900 mm au Sud.

Du point de vue géomorphologique, la réserve se présente sous forme de plateaux gréseux parfois couverts de cuirasse latéritique, et par endroits, de falaises séparant des vallées et les plaines d'accumulation. Les lits des fleuves sont encadrés par des terrasses alluviales. Les sols sont en majorité de textures généralement limoneuses. La végétation de type savane, présente un gradient nord-sud marqué. Dans le Nord de la Réserve, elle est plus arbustive avec abondance d'herbes annuelles. On passe graduellement, dans le Sud, à une végétation ligneuse plus dense où les arbres sont plus nombreux et plus grands. Les graminées pérennes occupent une place de plus en plus importante. Les Combrétacées sont dominantes dans la flore.



Les feux de brousse qui sévissent dans la région provoquent des pertes importantes de la production primaire herbeuse. Ils empêchent l'expansion de la végétation ligneuse, en détruisant les jeunes plants et les pousses annuelles et maintiennent de ce fait une végétation ouverte en ralentissant la reconstitution de la couverture ligneuse.

La faune qui était relativement riche, a été largement décimée par le braconnage et la destruction des habitats (AGEFORE, 2002). Les espèces encore présentes n'offrent en général que de très faibles densités. Les chances de survie des grands mammifères sont considérablement réduites dans la Réserve, plusieurs sont déjà éteints.



**\*Figure 1. Situation géographique de la réserve du Baoulé.**

De nombreux villages sont installés tout autour de la Réserve qui est soumise à de fortes pressions anthropiques. Ces pressions proviennent non seulement des populations sédentaires, mais aussi de transhumants maures et peuls qui viennent du Nord du pays avec des troupeaux de plus en plus nombreux. L'agriculture est encore itinérante. Les communautés locales sont donc constamment à la recherche de nouvelles terres de culture. L'espace cultivé s'étend aux dépens des milieux naturels. La population prélève d'importants produits forestiers : bois, plantes alimentaires, gibier, etc. Les dégâts sur les ressources de la Réserve ont atteint un niveau excessif ayant conduit à un appauvrissement inquiétant des ressources naturelles.

Par le passé, les sociétés autochtones utilisaient la biodiversité de manière durable. La pression démographique et les crises socio-économiques et écologiques ont créé une situation nouvelle d'exploitation accélérée des ressources. Cette situation se caractérise par la dégradation des ressources et la baisse de la productivité biologique des écosystèmes. Face à cette menace sur la diversité biologique, la création d'aires protégées (Parcs nationaux, forêts classées, réserves de faune, Réserve de Biosphère) est apparue comme une solution efficace. Cependant, cette création a entraîné des conflits avec les communautés locales pour l'espace et les ressources naturelles. En

effet, des terres communautaires ont été aliénées et les populations privées des ressources auxquelles elles pourraient légitimement prétendre. Les aires protégées apparaissent aux yeux des populations comme des « espaces stériles » soustraits à l'exploitation et sans rentabilité économique. Elles sont alors soumises aux activités prédatrices comme le braconnage, l'occupation illégale de l'espace, coupe de bois, etc.

Pourtant, les pratiques de conservation de la biodiversité<sup>18</sup> ne sont pas étrangères aux communautés autochtones et locales. La conservation d'espèces végétales est courante. Nombre de ces espèces composent le parc agro-forestier (Yossi, 1995). C'est également le cas pour les bois sacrés et les cimetières, milieux inexploités, qui sont autant d'espaces de conservation d'espèces végétales, de petits vertébrés et d'invertébrés. Certains animaux (crocodile, lion....) sont protégés par leur caractère sacré ou des interdictions par certaines communautés autochtones.

En outre, la notion d'aires protégées de grandes étendues, espaces inaccessibles donc inexploitable, ne paraît pas être aux yeux des populations locales, une nécessité vitale. Elles pensent à une utilisation libre des ressources naturelles renouvelables, comme par le passé. Elles reconnaissent néanmoins que les ressources naturelles sont épuisables et sont en voie de dégradation.

Il est par ailleurs admis que les communautés autochtones et locales peuvent soutenir des actions favorables à la bonne gestion des ressources, si cette gestion repose sur leurs connaissances et pratiques de conservation (UNESCO/MAB, 1981). Le recours aux connaissances traditionnelles peut notamment stimuler la coopération entre les gestionnaires des aires protégées et les communautés en créant le cadre d'une collaboration plus confiante. Les objectifs et les modalités d'organisation et de gestion de la conservation seront plus aisément compris par les populations riveraines des Réserves. Les ressources naturelles seront mieux gérées parce que les populations, désormais partenaires, savent qu'elles en tireront un meilleur profit pour le présent et pour le long terme.

C'est en s'appuyant sur les connaissances traditionnelles soutenues par des apports de la science moderne que l'on pourra mettre au point des activités de développement au profit des populations des zones périphériques des Réserves. Des expériences menées dans plusieurs parties du monde ont montré l'efficacité d'une telle approche (UNESCO/MAB, 1981).

L'expression « connaissances traditionnelles » englobent les connaissances, les innovations et les pratiques des communautés autochtones et locales (CDB, 1992). Il s'agit des savoirs et des savoir-faire en matière d'utilisation et de conservation de la diversité biologique et des croyances traditionnelles qui leur sont associées.

Les connaissances traditionnelles naissent des situations économiques et sociales, des contraintes de l'environnement et relèvent des croyances dans un contexte culturel donné. Elles permettent aux populations de rechercher ou de produire les ressources nécessaires à la satisfaction de leurs besoins dans les domaines vitaux que sont l'alimentation, la santé, le logement, la spiritualité, etc. Les éléments constitutifs de la diversité biologique (faune, flore, écosystèmes) fournissent la base de la subsistance des sociétés locales. Les sociétés ont élaboré une masse importante de connaissances et

---

<sup>18</sup> **Diversité biologique ou biodiversité** : Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, cela comprend la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes. (La Convention sur la Diversité Biologique).

mis au point des pratiques multiples qui traduisent les divers modes d'utilisation et de conservation de ces éléments.

Résultats de l'empirisme et patiemment bâties au cours des siècles, les connaissances traditionnelles méritent d'être prises en considération comme celles élaborées par l'expérimentation scientifique moderne. Elles doivent être collectées et soigneusement conservées pour ne pas être perdues sous la pression des forces agressives de la science contemporaine. Elles constituent un héritage collectif qui se transmet sous différentes formes : histoire, chanson, folklore, proverbes, croyances, rituels, droit coutumier, langues, pratiques agricoles, valeurs culturelles (CDB, 1992) « *Les populations locales sont détentrices de savoirs. Elles déterminent et réalisent leurs objectifs de gestion des ressources à partir de leurs savoirs, pratiques et représentations* » (Links, 2002). Elles ont donc un rôle important à jouer dans la gestion de l'environnement. Leurs savoirs, pratiques et croyances sont bien adaptés à l'environnement local, car élaborés à partir de cet environnement. Les pratiques traditionnelles « *garantissent le maintien d'une grande diversité d'espèces animales et végétales. Elles font aussi partie du patrimoine culturel* » (UNESCO/MAB, 1981).

Les différents intérêts des connaissances et pratiques traditionnelles pour la conservation de la biodiversité doivent conduire à les respecter, **à les recenser, à les faire connaître, et à les utiliser en les valorisant** aussi bien au profit des communautés locales, qu'au profit de la conservation des éléments de la diversité biologique. On sauvegardera en même temps le patrimoine culturel.

Le présent article dont l'objectif est d'évaluer l'impact des connaissances et pratiques traditionnelles sur la conservation de la biodiversité se situe dans ce cadre. Il est tiré des résultats d'une recherche menée dans la réserve de Biosphère du 15 au 30 Novembre 2005 sur les connaissances et pratiques traditionnelles de conservation de la biodiversité des populations riveraines de la Réserve de Biosphère de la boucle du Baoulé dans le cadre du projet sous régional UNESCO-MAB-GEF intitulé « le Renforcement des Capacités Scientifiques et techniques pour une Gestion Effective et une Utilisation Durable de la Biodiversité dans les Réserves de Biosphère des Zones Arides d'Afrique de l'Ouest ».

## **II. Matériels et méthodes**

La recherche a été conduite dans les six villages suivants: Missira, Sikoroni, Torodo, Dioumara, N'Teguedo et Faladié. Les villages ont été choisis suivant une direction nord-sud pour tenir compte du gradient pluviométrique qui façonne les milieux naturels. Les localités de Dioumara et de Torodo sont situées à l'extrémité nord de la Réserve en zone sud-sahélienne, celles de Missira et Sikoroni en position médiane, tandis que Faladjé et N'Teguedo à l'extrémité sud de la Réserve sont en zone nord-soudanienne. La diversité des conditions mésologiques pourrait faire apparaître des différences de perception, de comportements et de réponses sociales, chez les communautés villageoises des différentes de zones.

Les enquêtes de terrain ont été menées en deux étapes. Dans un premier temps, des séances de discussion ont été organisées avec un groupe de villageois (les informateurs) reconnus comme des personnes ressources ayant une très bonne connaissance de la faune, de la flore et de l'utilisation des espèces animales et végétales. Ces personnes ressources ont été choisies en collaboration avec le conseil villageois. Dans la majorité des cas il s'agissait de chasseurs professionnels invités par le chef de village ou le chef des chasseurs, à se mettre à la disposition de l'équipe de recherche pour fournir les informations demandées. Au total six (6) séances de discussion ont été organisées, en

raison d'une séance d'un jour par village. Dix huit (18) personnes ressources appartenant aux six villages de l'échantillon ont animé ces discussions en présence de l'équipe de chercheurs composée d'un ethnobotaniste, d'un géographe, de deux écologues et d'un ingénieur forestier.

Dans la seconde étape, une restitution fut organisée dans les villages de Missira et de Faladié. Dix sept personnes ressources des deux villages (Missira et de Faladié) ont participé à cette restitution. Elle a consisté en un retour de l'information pour permettre aux populations d'apprécier la compréhension des informations par l'équipe de recherche, de redresser les erreurs et de fournir des précisions complémentaires.

Les discussions ont été menées au moyen d'un guide d'entretien. Les questions couvrent les trois volets principaux du thème de l'étude :

1<sup>er</sup> volet: la connaissance, par les communautés locales, des espèces animales et végétales et leur utilisation. Les listes des espèces sont dressées dans les langues nationales du terroir et leurs différents usages sont mentionnés. De plus, des éléments de biologie des espèces animales ont été recensés (période de reproduction, nombre de petits par portée, etc).

2<sup>ème</sup> volet: les pratiques de conservation et leurs motivations. Ces pratiques concernent soit des sites comme les bois sacrés, soit des espèces du parc agro-forestier, totem, etc.

3<sup>ème</sup> volet: la perception du milieu écologique et surtout de ses changements (dégradation de la couverture végétale, régression ou disparition d'espèces etc.) et l'identification des causes de ces changements (naturelles et anthropiques). Les réponses des populations aux modifications des conditions du milieu sont recensées : il s'agit des innovations dans les activités de production ou de gestion des ressources (culture, chasse, plantation d'arbres, etc...).

Enfin, les propositions des populations pour améliorer l'utilisation et la préservation des éléments de la biodiversité ont été notées.

### **III. Résultats et discussion**

#### **3.1. Résultats relatifs à la faune et aux pratiques de conservation des espèces animales**

##### **3.1.1. Connaissance de l'état du peuplement animal**

Abondante par le passé, la faune a subi, depuis la grande sécheresse des années 1972-1973, une forte régression (AGEFORE, 2002). Les conditions d'existence, celles de la grande faune en particulier, sont devenues très hostiles. Les densités des populations animales ont fortement baissé. Les espèces sont cependant dans des états différents. Les populations ont dressé la liste des espèces animales présentes dans et autour de leurs terroirs villageois généralement jusqu'au fleuve Baoulé. Les recensements ont concerné seulement les grands animaux appartenant aux groupes suivants : mammifères, oiseaux, reptiles. Le nombre d'espèces recensées est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Liste des mammifères, reptiles et oiseaux recensés par les populations**

N°	NOMS SCIENTIFIQUES	NOMS FRANCAIS	NOMS VERNACULAIRES
A	<b>Mammifères</b>		
	<b>Artiodactyles</b>		
1	<i>Hippotragus equinus</i>	Hippotrague	Dadjè
2	<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>	Cob Défassa	Sinsin
3	<i>Tragelaphus scriptus</i>	Guib Harnaché	Minan
4	<i>Redunca redunca</i>	Redunca	Kongoron
5	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotame	Mali
6	<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	Phacochère	Lè
7	<i>Cephalophus rufilatus</i>	Céphalophe à flancs roux	Kokounani
8	<i>Cephalophus grimmia</i>	Céphalophe de Grimm	Mangalani
19	<i>Ourebia ourebi</i>	Ourébi	Ngoloni
10	<i>Gazella rufifrons</i>	Gazelle à front roux	Cinè
	<b>Carnivores</b>		
11	<i>Panthera leo</i>	Lion	Waraba
12	<i>Panthera pardus</i>	Panthère	Waranikala
13	<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée	Souroukou
14	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon	Nogoshi
15	<i>Mellivora capensis</i>	Ratel	Damè
16	<i>Viverra civetta</i>	Civette	Bakonrongori
17	<i>Genetta genetta</i>	Genette	Seribani
18	<i>Leptailurus serval</i>	Serval	Mononkon
19	<i>Felis lybica</i>	Chat sauvage d'Afrique	Syèminawara
20	<i>Cephalophus rufilatus</i>	Cephalophus rufilatus	Kolonkari
21	<i>Canus aureus</i>	Chacal commun	Koungowoulouni
22	<i>Genetta genetta</i>	Genette commune	Seribani
23	<i>Felis caracal</i>	Caracal	Toulokonosima
24	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon ou Cinhyène	Nassioulou
25	<i>Mungos gambianus</i>	Mangouste de Gambie	Winsin
26	<i>Mungos mungo</i>	Mangue rayée	Ngènsènkalan
27	<i>Herpestes ichneumon</i>	Mangouste ichneumon	Djilawoulou
28	<i>Herpestes paludinosus</i>	Mangouste des marais	Ntioroko
29	<i>Herpestes sanguineus</i>	Mangouste rouge	Winsin blen
30	<i>Ichneumia albicauda</i>	Mangouste à queue blanche	Winsincoudjè
31	<i>Felis caracal</i>	Caracal	Tulokonosima
32	<i>Felis libyca</i>	Chat sauvage	Diakuma wara
33	<i>Canis aurus</i>	Chacal commun	Kunkowulu
34	<i>Canis adustus</i>	Chacal à flancs rayés	Gwala
35	<i>Hyena hyena</i>	Hyène rayée	Flakassegui/Namasouroukou
	<b>Tubilidentes</b>		
36	<i>Orycteropus afer</i>	Oryctérope	Timba
	<b>Primates</b>		
37	<i>Erythrocebus patas</i>	Singe rouge	Sulablen/warablen
38	<i>Cercopithecus aethiops</i>	Singe vert	Ngobani
39	<i>Colobus p.satanas</i>	Colobe noir	Sulafing
40	<i>Papio anubis</i>	Cynocéphale	Gon
	<b>Rongeurs</b>		
41	<i>Thryonomus swinderianus</i>	Aulacode	Kogniéna
42	<i>Lepus crawshayi</i>	Lièvre oreilles de lapin	Sonsan

43	<i>Xerus erythropus</i>	Ecureuil fouisseur	Nguèlen
44	<i>Hystrix cristata</i>	Porc - épic	Djougouni
45	<i>Cricetomys gambianus</i>	Rat voleur	Toto
46	<i>Hystrix cristata</i>	Porc-épic à crête	Bala
	<b>Chiroptères</b>		
47	<i>Pipistrellus guinéeensis</i>	Vespertilion de Guinée	Ntonso
48	<i>Scotophilus nigrita</i>	Chauve - souris	Ntonson bleni
49	<i>Scotophilus leucogaster</i>	Chauve souris de maison	Torotoroleni/ Fitrini
<b>B</b>	<b>Reptiles</b>		
1	<i>Naja nigricollis</i>	Vipère	Gorongo
2	<i>Echis carinatus</i>	Vipère hurlante	Toutou dangala
3	<i>Python regius</i>	Python royal	Tomi
4	<i>Trionyx triangus</i>	Tortue d'eau douce	Gna
5	<i>Testudo sulcata</i>	Tortue terrestre	Kara
6	<i>Cerastes ceraste</i>	Vipère cornue	Belewoyo
7	<i>Atractaspis microlepidota</i>	Vipère taupe	Bominè
8	<i>Telescopus seminnulatus</i>	Couleuvre à collier	Worofien/Sadiè
9	<i>Dispholidus typus</i>	Serpent à bec roux	Touroгна
10	<i>Echis carinatus</i>	Vipère à écailles en dents de scie	Dangalan
11	<i>Crocodylus niloticus</i>	Crocodile du Nil	Bama
12	<i>Varanus niloticus</i>	Varan d'eau	Kana
13	<i>Varanus exanthematicus</i>	Varan de savane	Koro
14	<i>Python sebae</i>	Python de sebae	Minian
15	<i>Chameleo chameleo</i>	Caméléon commun/Senegal	Nonssi
16	<i>Manis gigantea</i>	Pangolin	Kosogasan
17	<i>Telescopus sp</i>	Couleuvre vipérine	Fonfoni
<b>C</b>	<b>Oiseaux</b>		
1	<i>Ploceus melanocephalus</i>	Tisserin gendarme	Tioro
2	<i>Poicephalus senegalus</i>	Perroquet	Solo
3	<i>Treron australis</i>	Pigeon vert à front nu	Prépré
4	<i>Pandion haliaetus Osprey</i>	Balbuzard pêcheur	Kon
5	<i>Falcon tinnunculus/ ardosiaceus</i>	Faucon Crécerelle	Suéré,
6	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Sèguè
7	<i>Haliaetus vocifer West</i>	Aigle pêcheur	Bô
8	<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	Marabout	Gnoumé Gnoumé
9	<i>Burhinus/Oedinenus capensis</i>	Oedinenus du cap	Golokala
10	<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	Bribriba
11	<i>Æna capensis</i>	Tourterelle du cap	Koronbani
12	<i>Pterocles exustus</i>	Ganga à ventre châtain	Guaragara/Fitiridji
13	<i>Psittacula Krameri</i>	Perruche à collier	Flasolo
14	<i>Tockus nasutus</i>	Petit calao au bec noir	Tolé
15	<i>Centropus senegalensis</i>	Coukale du Sénégal	Niamatoutou
16	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rossignol Philomèle	Saflô
17	<i>Tchagra senegala</i>	Grande tchagra	Diokala
18	<i>Prionops plumata</i>	Grande tchagra tête noire	Nianikono
19	<i>Lybius vieilloti</i>	Barbu de Vieillot	Konganko
20	<i>Indicator indicator</i>	Petit indicateur	Frê
21	<i>Upupa segalensis</i>	Huppe fascié/d'Europe	Koundono
22	<i>Macrodipteryx longipennis</i>	Engoulevent à balanciers	Dabi
23	<i>Lagonosticta senegala</i>	Amarante commune	Diéfreni
24	<i>Plectropterus gambensis</i>	Oie de Gambie	Boumokono

25	<i>Ardea goliath</i>	Héron Goliath	<i>Espagne Kono</i>
26	<i>Aegypus tracheliotus</i>	Grand vautour de Nubie	<i>Dougakoro</i>
27	<i>Vanellus albiceps</i>	Vanneau à tête blanche	<i>Toumé toumé</i>
28	<i>Bucorvus abyssinicus</i>	Grand calao d'abyssinie	<i>Dibon</i>
29	<i>Numida meleagri</i>	Pintade	<i>Cami</i>
30	<i>Francolinus albogularis</i>	Franconlin	<i>Wolo</i>
31	<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	Marabout	<i>Djimè/Diemè/</i>
32	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette/Héron	<i>Borotigui</i>
33	<i>Néotis denhami</i>	Outarde de Denhan	<i>Koloukono</i>
34	<i>Eupodotis melanogaster</i>	Outarde à ventre noir	<i>Kaklaka</i>
35	<i>Corvus alba</i>	Corbeau pie	<i>Tientiaba</i>
36	<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	Marabout	<i>Koumiè/ Djimè/Diemè</i>
37	<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	<i>Toufani</i>
38	<i>Crinifer piscator</i>	Touraco gris	<i>Koroko</i>
39	<i>Ptilopachus petrosus</i>	Poule de rochers	<i>Touchéni</i>
40	<i>Aegypius tracheliotus</i>	Oricou	<i>Douga</i>
41	<i>Ciconia abdimii</i>	Cigogne à ventre blanc	<i>Banikono</i>
42	<i>Tockus sp</i>	Petit corbeau a bec rouge	<i>N'tolo</i>
43	<i>Poica senegalensis</i>	Grébifoulque	<i>Bourou (bounou)</i>

**Sources : Nos enquêtes de 2005.**

Environ 110 espèces ont été citées par les populations dans les 6 villages. Elles se répartissent en 46% de mammifères (49 espèces), 39% d'oiseaux (43 espèces) et 15% de reptiles (17 espèces).

Une étude réalisée par **AGEFORE** en 2002 à partir d'une analyse des informations collectées dans les différents documents existants et des enquêtes terrain auprès des populations locales dans la Réserve de Biosphère du Baoulé a conclu à l'existence de 63 mammifères toutes espèces confondues. Cette étude signale par ailleurs que les inventaires successifs de la faune réalisés depuis 1996 ont montré que tous les mammifères sont menacés car tous présentent un effectif moyen inférieur à 500 individus au km<sup>2</sup>.

Les raisons fondamentales de cet état de la faune restent le braconnage, la transhumance, l'occupation anarchique de l'espace vital et de transition des espèces et la dégradation des abreuvoirs naturels des animaux.

Les informations fournies par les populations reflètent donc bien la situation de terrain. Les communautés locales ont une bonne connaissance de l'éthologie des espèces animales.

Les populations enquêtées ont déclaré que certaines sont déjà éteintes, d'autres rares ou abondantes mais en régression.

#### - **Les espèces éteintes**

Les espèces déclarées éteintes par les populations des 6 villages enquêtés sont : le buffle, l'éléphant, l'élan de Derby, la girafe, le bubale, le cobe de buffon.

En 1987, le projet de recherche pour l'utilisation rationnelle du gibier (RUG) signalait que « l'éléphant, la girafe et le buffle sont très rares et menacés. L'hippopotame, le bubale et le cobe defessa sont rares mais ont des populations encore viables. Les principales menaces sur ces espèces sont : la présence croissance croissante de l'agriculture et de l'élevage et la chasse illégale »

L'étude réalisée par l'AGEFORE en 2002, a signalé la disparition de l'éléphant, du buffle, de la girafe et de l'éland de Derby. Elle a décrit les risques d'extinction de certaines espèces comme le bubale « les inventaires de faune réalisés en 1995, 1996 et 1997 faisaient ressortir la présence d'une faune à faible population et dont certaines espèces comme le Bubale ne vivent qu'à la limite

*nord de leur aire de répartition naturelle dans la réserve du Fina ».* Il n'est pas donc surprenant que les populations signalent aujourd'hui leur disparition dans la réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé.

#### - **Les espèces rares**

Les populations ont déclaré rares les espèces suivantes : le guib harnaché, l'hippopotame, l'hippotrague, le lion, le lycaon, l'oryctérope, l'ourébi, le léopard, le porc-épic, le céphalophe de Grimm, le redunca, le léopard. Certaines espèces sont toujours rares, représentées par de faibles populations comme l'oryctérope et le léopard.

En 1987, le projet de recherche pour l'utilisation rationnelle du gibier (RUG) indique ces espèces aujourd'hui étaient abondantes « Plus nombreuses sont les espèces telles que l'hippotrague, le redunca, l'ourébi, le Guib harnaché et les céphalophes ».

La comparaison de nos résultats avec ceux d'AGEFORE, 2002, indique, qu'hormis les cas du Céphalophe de Grimm et du céphalophe à flanc roux, les espèces déclarées rares par les populations en 2005 l'étaient déjà en 2002. Les populations enquêtées ne se sont pas prononcées lors de nos enquêtes sur l'état de conservation de ces deux espèces.

#### - **Les espèces abondantes**

Elles sont encore abondantes, mais de manière unanime tous les enquêtés déclarent qu'elles sont toutes, excepté la gazelle à front roux, en régression. Il s'agit de : la gazelle à front roux, le cynocéphale, le singe vert, le phacochère, le cobe défassa, le céphalophe à flancs roux, le crocodile. C'est certainement pour cette raison qu'ont été déclarées vulnérables par les auteurs de l'étude réalisée par AGEFORE en 2002. Comme signalé plus haut, la seule espèce abondante et en progression est la gazelle à front roux, espèce à habitat sahélien qui progresse vers le sud.

Dans le nord de la réserve (Dioumara), le retour de certains carnivores comme le lion et l'hyène est signalé. Ce qui a révélé l'existence de populations importantes d'herbivores.

Il s'agit ici d'estimations de l'importance des populations des différentes espèces par des acteurs qui connaissent bien la réserve et sa périphérie. Elles ne représentent cependant pas de données statistiquement vérifiables. Elles constituent néanmoins de bonnes indications sur l'état de la faune (espèces éteintes, rares ou abondantes).

Il est intéressant de noter que des chasseurs sédentaires des villages déclarent qu'ils évitent d'abattre les derniers spécimens des espèces devenus rares pour éviter les extinctions. C'est le cas notamment du village de Missira. Un tel comportement peut être mis à profit pour renforcer la conservation de la faune.

De manière générale, toutes les autres espèces sont en régression. Ces animaux se rencontrent surtout dans certains habitats encore favorables comme les collines, les points d'eau et les galeries forestières le long du fleuve.

Le cas de la Gazelle à front roux "Ciné" est intéressant à considérer. En effet, cette espèce actuellement abondante est indicatrice considérée de dégradation relative du milieu, dans la zone. L'espèce à habitat sahélien, vit dans des milieux ouverts. L'évolution régressive de la couverture végétale ligneuse crée les conditions favorables à sa multiplication et à son expansion vers le sud.

### **3.1.2. Pratiques de conservation des espèces animales**

Les pratiques de conservation des éléments de la biodiversité animale sont nombreuses et anciennes. Certaines relèvent de la culture des communautés, d'autres de l'organisation de la chasse, du contrôle des chasseurs et des règles à respecter par tout chasseur.

#### **3.1.2.1. Espèces culturellement protégées**

Il s'agit des espèces totem, des animaux sacrés ou d'animaux non consommés.



### 3.1.2.1.1. Animaux totem

Chaque patronyme a pratiquement un totem qui se caractérise par une sorte de pacte sacré entre l'animal et le patronyme. Le totem n'est ni tué ni mangé par un membre de l'ethnie. C'est là une source de protection dont bénéficient plusieurs espèces. Durant les enquêtes, les totems suivants ont été recensés :

- le lion pour des Diarra et des Coulibaly,
- le léopard ou panthère d'Afrique pour des Doumbia et des Fofana,
- L'éléphant pour des Coulibaly,
- le singe vert pour certains Bambara et des Traoré,
- le céphalophe à flancs roux pour des Diarra,
- le « *dangassi* » pour des Konaré,
- l'hippopotame pour des Touré,
- le « *salanifin* » pour des Traoré.

Les membres de l'ethnie ressentent une affinité particulière avec l'animal totem.

### 3.1.2.1.2. Animaux sacrés

Les cas recensés se rapportent à des animaux destinés à recevoir les offrandes du village ou d'une famille. Par exemple, au village de Sikoroni :

- le « sarakafali », qui est un âne,
- le « sarakabakoro », qui est un bouc,
- le python.
- 

### 3.1.2.1.3. Les animaux non consommés et non chassés

Ces animaux ne sont pas consommés, soit pour une raison religieuse, soit en raison des habitudes alimentaires. Le phacochère n'est pas consommé pour une raison religieuse (Islam). Les animaux suivants non consommés pour des raisons des habitudes alimentaires ont été cités : le signe (vert, rouge), le lion, le Milan noir, la cigogne, l'hyène, le cynocéphale et le python de sabae.

### 3.1.2.3. Les formes de contrôle de la chasse

#### a) Interdiction ou fermeture de la chasse

Selon les personnes interrogées, la période de fermeture ou d'interdiction traditionnelle de la chasse débute en hivernage et s'étend jusqu'à la saison sèche froide (juin à décembre) et cela pour deux raisons principales :

- **Raison 1** : Elle coïncide avec la période de reproduction de la faune (gestion, mise bas, femelles suitées). Pendant cette période qui dure environ 6 mois aucun chasseur n'est traditionnellement autorisé à chasser dans la « brousse », sauf pour des cas exceptionnels de dégâts causés par certains prédateurs comme le lion, l'hyène.
- **Raison 2** : L'hivernage est la période d'occupation agricole des chasseurs qui sont en totalité des agriculteurs consacrant en principe tout leur temps aux travaux champêtres nécessaires à la production des céréales et autres produits agricoles. Cette « interdiction » peut être considérée comme une forme de contrôle et de réglementation de la chasse.

#### b) Les règles à respecter par les chasseurs :

Les résultats des enquêtes indiquent que les chasseurs de la zone sont organisés en associations ou confréries de chasse régies par des règles précises. La confrérie est, d'une manière générale, organisée autour d'un fétiche dénommé « *Kontron ni Sannè* » craint par les sociétaires. Cette confrérie est présidée par un grand maître chasseur appelé « *Donso Kuntigui* » dont le rôle est de veiller au respect des principes de la confrérie. A l'intérieur de la confrérie, des tâches spécifiques

sont confiées à des groupes de chasseurs: protection de la forêt, surveillance pour circonscrire les feux de brousse, lutte contre les vols de bétail et recherche des animaux domestiques volés ou supposés égarés, lutte contre la divagation des animaux des transhumants, la gestion des conflits entre agriculteurs et éleveurs.

En plus de la raison 1 ci-dessus évoquée, les chasseurs observent les règles suivantes:

- avoir l'autorisation du maître chasseur surtout pour le cas de chasseur étranger qui doit se munir de dix noix de cola, d'une balle et de poudre qu'il offre par respect au maître chasseur et à la confrérie. Le maître chasseur donne son accord et le fait accompagner en indiquant les espèces à chasser et les lieux de chasse,
- être bien préparé pour la chasse de certains animaux (très maléfiques) comme le lion (*waraba*), le Céphalophe de Grimm (*mangalani*), Hyène tachetée, Hippotrague (*Dadjè*) etc.,
- respecter l'indication du lieu de chasse et les espèces à chasser pour les résidents et étrangers,
- présenter le gibier au maître chasseur qui prélève sa part et autorise ensuite le partage du reste entre les chasseurs.

### **3.1.3. Causes de la régression de la faune dans la Réserve**

Les causes rapportées sont celles expliquées par les populations des villages d'étude au cours des enquêtes et des restitutions. Il ne s'agit pas d'une analyse technique faisant également appel à d'autres sources d'informations comme les études scientifiques déjà effectuées dans la Réserve.

Les causes de la régression des espèces animales sont les unes naturelles, les autres anthropiques.

#### **3.1.3.1. Les causes naturelles**

De l'avis des personnes enquêtées, la sécheresse (déficit pluviométrique) qui frappe la région depuis plus de 30 ans est responsable de la dégradation des habitats de la faune, de l'insuffisance de l'eau de surface (mare, rivière, cours d'eau temporaires, fleuves desséchés sur de longues portions), la diminution des ressources fourragères, etc.

Le recul de la couverture végétale forestière formée par les arbres et les arbustes a un impact très négatif sur les conditions de l'habitat. Le manque d'eau de surface entraîne la réduction des espèces liées à l'eau ; de celles qui vivent dans ou au bord de l'eau et de celles qui doivent boire quotidiennement.

L'insuffisance de fourrage peut intervenir pour les animaux liés à certains types de plantes. C'est le cas notamment des graminées pérennes qui fournissent de l'herbe verte riche en eau durant la saison sèche. Certaines espèces qui vivent loin des points d'eau se contentent de l'eau contenue dans les végétaux verts qu'elles mangent. Le cas du céphalophe de Grimm a été cité comme espèce en difficulté qui ne trouve pas à suffisance les plantes qui lui conviennent.

La sécheresse a entraîné une régression générale des espèces et une variation de la distribution spatiale de certaines d'entre elles. On assiste à un recul vers le sud et à une concentration le long des fleuves.

#### **3.1.3.2. Les causes anthropiques**

Ce sont les causes liées à l'agriculture (pression agricole), à l'élevage (pression pastorale), au braconnage et aux feux de brousse.

##### **- la pression agricole**

L'espace est progressivement envahi par une agriculture itinérante grande consommatrice de terres (Karembé, 2001). Les défrichements se font de manière anarchique, privant la faune de son habitat. Des champs sont installés dans certaines zones sur les pistes de migration de certaines espèces, les privant de leurs parcours habituels. Les terroirs de certains villages sont saturés par l'agriculture, de sorte qu'il ne reste presque plus d'espaces naturels pour abriter de grands animaux. Les petits

mammifères qui subsistent encore sont refoulés vers les endroits impropres aux cultures comme les collines et les zones latéritiques.

#### **- la pression pastorale**

L'ensemble des villages enquêtés ont dénoncé l'élevage transhumant comme une des causes principales de la régression de la faune dans la Réserve. Il en serait même la cause principale. Les troupeaux venant du Nord parcourent les zones de transition et tampon et pénètrent même dans les zones intégralement protégées. De nombreux campements d'éleveurs sont dispersés dans tout l'espace autour de la Réserve.

La faune sauvage ne peut pas cohabiter avec le bétail. De grandes espèces comme le bubale, l'hippopotame, le Guib harnaché, le redunca fuient toute présence des animaux domestiques. La faune est littéralement chassée de ses habitats. Les personnes enquêtées déclarent que certaines espèces de la faune « ne broutent pas l'herbe déjà broutée par le bétail et ne pose pas la patte sur les traces de pas de bétail domestique ».

- Selon les personnes interrogées l'émondage de certaines espèces ligneuses (*Acacia seyal*, *Pterocarpus santalinoides*, *Pterocarpus lucens*, *Pterocarpus erinaceus*) par les bergers contribue à la dégradation du couvert végétal. Les éleveurs transhumants sont responsables de feux tardifs incontrôlés très destructeurs.

En conclusion, on peut affirmer que la présence du bétail domestique est incompatible avec la conservation de la faune dont il dégrade l'habitat et perturbe la quiétude.

#### **- Le braconnage**

Les personnes ressources interrogées pensent que le braconnage est une des raisons de la faible densité du gibier dans la Réserve. Les braconniers sont des paysans sédentaires des villages à la périphérie de la Réserve, des chasseurs professionnels venant d'autres régions et les transhumants maures de Mauritanie.

Le braconnage prend un caractère de plus en plus commercial. La viande de gibier très appréciée est vendue à un prix élevé (exemple la viande de la gazelle à front roux). Le léopard est chassé pour la peau et la tortue terrestre pour élevage domestique de compagnie.

#### **- Les feux de brousse**

Les répondants ont tous affirmé que les feux de brousse constituent un facteur de dégradation de la couverture végétale et de régression de la faune. Des brigades anti-feux sont constituées dans les villages. Elles éteignent les feux qui détruisent tout le tapis herbacé qui est le fourrage du bétail domestique sédentaire.

Les feux incontrôlés sont l'œuvre des chasseurs, des éleveurs transhumants et des agriculteurs sédentaires.

L'exclusion du bétail domestique, l'élimination des feux de brousse et du braconnage permettront le retour de la faune et son développement dans la Réserve du Baoulé, même sous les faibles pluviométries observées durant les dernières décennies.

### **3.2. Résultats relatifs à la flore et aux pratiques de conservation des espèces végétales**

#### **3.2. 1. Connaissance de la flore**

Les communautés villageoises ont été invitées à citer toutes les espèces végétales de leur terroir. Il s'agissait pour l'équipe de recherche d'évaluer l'étendue et la précision de la connaissance de ces espèces par les populations. Le nombre d'espèces végétales par village est donné dans le tableau 2

**Tableau 2 : Le nombre d'espèces végétales par village**

Villages	Nombre d'espèces
Missira	63
Sikoroni	83
Torodo	59
Dioumara	38
Faladjé	87
N'téguedo	23

**Sources : Nos enquêtes de 2005.**

Plusieurs dizaines de plantes ont été citées par village. Ce qui révèle une bonne connaissance des espèces d'autant plus que les personnes enquêtées répondent de mémoire. Il s'agit aussi seulement, sauf cas rares, des plantes ligneuses (arbres et arbustes).

**3.2. 2. Etat actuel de la population des espèces végétales**

L'Etat des espèces végétales est exprimé dans une échelle simple : espèce éteinte, devenue rare, en régression, devenue abondante suite à la sécheresse. L'état des espèces varie suivant les conditions écologiques des terroirs liées à leur situation géographique nord-sud (influence de la pluviométrie). Il est possible cependant de citer quelques cas remarquables :

- les espèces herbacées pérennes ont subi un fort recul : l'espèce *Cymbopogon gigantus* est éteinte tandis que *Andropogon gayanus* est très peu représentée.
- plusieurs grandes espèces ligneuses à usage multiple ont subi une régression généralisée : *Vitellaria paradoxum* (karité), *Parkia biglobosa* (néré), *Borassus aethiopum* (rônier), *Khaya senegalensis* (caïllédrat), *Adansonia digitata* (baobab), etc.
- Les arbres et arbustes à tempérament sahélien se sont multipliés, surtout lorsque leur dissémination est assurée par les animaux domestiques. C'est le cas de l'*Acacia seyal* (zouoidié). Il en est de même pour *Dichrostachys cinerea* (guiliki).

Plusieurs espèces herbacées, peu affectées par les variations pluviométriques, se sont répandues dans les végétations perturbées par l'homme (champs et jachères).

De façon globale on peut conclure que les espèces, comme les formations végétales dans lesquelles elles se développent, ont fortement souffert de l'action des facteurs des dégradations (voir ci-dessus)

**3.2. 3. Pratiques de conservation des espèces végétales**

Les pratiques revêtent plusieurs formes : bois sacrés, interdiction et contrôle des feux de brousse, maintien de certaines espèces dans les champs où elles constituent le parc agro-forestier, etc. Des individus de plusieurs espèces forestières sont protégés parce qu'ils servent d'arbres autels. Des espèces, totem de certaines ethnies sont préservées, comme les arbres supposés abriter des esprits bienfaisants.

**3.2. 3.1. Arbres et bois sacrés**

Il existe des bois sacrés dans tous les villages de l'échantillon. Dans la plupart des cas, ces bois sacrés ne jouent plus leur rôle traditionnel à caractère animiste en raison de l'islamisation des populations.

A Missira, il y a deux bois sacrés et un baobab sacré. A Torodo, il existe un vestige de bois sacré (komotou) et un baobab sacré qui, comme à Missira, ne sont plus fréquentés. On trouve trois bois sacrés à Sikoroni (*namatago*, *n'tomotou* et *Komotou*) ainsi que trois arbres sacrés : "*djénézira*", "*morbayassa sounsoun*" des femmes et "*kozèré*", arbre autel des chasseurs. Là également, la tradition est peu vivace comme à Dioumara où les deux arbres sacrés, "*koridjan tom*" et "*komo iri*", sont peu fréquentés.

Les villages au niveau du bloc de Fina n'ont pas abandonné la tradition. A Faladjé et à

N'Téguédo, les bois et arbres remplissent encore leurs fonctions anciennes. Autour de Faladjè existent :

- quatre bois sacrés : ‘dotou’, ‘komotou’, ‘gouantou’, ‘n'tomo-soun’.

- quatre arbres autels : ‘donso ka son iri (djala)’, ‘moussou ka son iri’, ‘morbayassa ir'i’, ‘ntomi soun’ (arbre sous lequel a été enterré l'ancêtre du village).

A N'téguédo, ce sont trois bois sacrés et trois arbres autels qui reçoivent encore les pratiques traditionnelles.

### 3.2. 3.2. Arbres supports de croyances et arbres totem

Certaines espèces sont supports de croyances. Cette croyance peut être favorable à la protection des grands individus de l'espèce lorsqu'il est supposé qu'ils abritent des esprits protecteurs. Elle peut au contraire être défavorable avec élimination de l'espèce ou opposition à sa plantation si des esprits malfaisants peuvent y trouver refuge. Il existe également quelques arbres totem qui sont protégés comme les animaux totem. Le tableau suivant présente les cas recensés durant les enquêtes.

**Tableau 3** : Les arbres supports de croyance et les arbres totem.

Noms bambara	Noms scientifiques	support de croyance	Arbre totem
wontoulo	<i>Cola cordifolia</i>	Esprits protecteurs	
Zéré n'djé	<i>Ficus iteophylla</i>	Esprits protecteurs	
Sourkou n'tomon	<i>Ziziphus mucronata</i>	Esprits malfaisants	
boumboum	<i>Bombax costatum</i>	Esprits malfaisants	Totem de certains Diarra
Zira	<i>Adansonia digitata</i>	Arbre protecteur ou habitat d'esprits malfaisants	
Guélé	<i>Prosopis africana</i>	Sert à résoudre tous les problèmes difficiles	
N'tomi	<i>Tamarindus indica</i>	Esprits malfaisants	
djala	<i>Khaya senegalensis</i>	Esprits malfaisants	Totem des Magassa
Shi	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Symboles de la longévité	
Sounsounfing	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Esprits malfaisants	
Diaou	<i>Pterocarpus santalinoides</i>	Supports de croyance	
Sho	<i>Isoberlina doka</i>	Supports de croyance	
sountoro	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	Supports de croyance	

**Source** : Nos enquêtes, 2005.

Il faut d'ailleurs noter que certains arbres sont considérés par certains groupes sociaux comme abritant des esprits protecteurs alors que pour d'autres, il s'agit plutôt d'esprits malfaisants. C'est le cas notamment de *Cola cordifolia*.

### 3.2. 3.3. Espèces protégées dans les champs

L'agroforesterie est une pratique courante dans la région. Des arbres sont maintenus dans les champs en nombre plus ou moins élevé au moment des défrichements. Les intérêts de la pratique sont multiples : ombrage, fruits, fourrage, bois, etc. Elles constituent en même temps une forme de conservation des espèces.

Parmi les plantes citées durant les enquêtes, 10 sont très fréquentes. Ce sont *Vitellaria paradoxa*, *Bombax costatum*, *Parkia biglobosa*, *Daniellia oliveri*, *Khaya senegalensis*, *Cordyla pinata*, *Lannea microcarpa*, *Ziziphus mauritiana*, *Anogeissus leiocarpus* et *Adansonia digitata*.

Le tableau suivant donne la liste des espèces végétales conservées dans les champs dans les six villages de l'échantillon.

Tableau 4 : Espèces végétales conservées dans les champs des six villages échantillon

<div>Villages</div> <div>Espèces</div>	Faladjé	Ntéguédo	Djoumara	Missira	Sikoroni	Torodo
1- <i>Vitellaria paradoxa</i>	+	+	-	+	+	+
2- <i>Parkia biglobosa</i>	+	+	-	-	+	+
3- <i>Ficus platyphlla</i>	+	-	-	-	-	-
4- <i>Khaya senegalensis</i>	+	-	-	+	+	-
5- <i>Cordyla pinnata</i>	+	+	-	+	-	+
6- <i>Bombax costatum</i>	+	+	+	+	+	-
7- <i>Borassus flabellifer</i>	+	-	-	-	+	-
8- <i>Tamarindus indica</i>	+	-	-	-	+	-
9- <i>Lannea acida</i>	+	+	-	-	-	+
10- <i>Daniella oliveri</i>	+	-	-	+	+	+
11- <i>Lannea microcarpa</i>	+	+	-	-	-	+
12- <i>Pterocarpus erinaceus</i>	+	-	-	+	-	-
13- <i>Ficus iteophylla</i>	+	+	-	-	-	-
14- <i>Parinari curatellifolia</i>	+	-	-	-	-	-
15- <i>Cordia myxa</i>	+	-	-	-	-	-
16- <i>Acacia Albida</i>	+	-	-	-	-	+
17- <i>Balanites aegyptiaca</i>	+	-	-	-	-	-
18- <i>hexalobus monopetalus</i>	+	-	-	-	-	-
19- <i>Ficus gnaphalocarpa</i>	-	+	-	-	-	-
20- <i>Ficus capensis</i>	-	+	-	-	-	-
21- <i>Diospyros mespiliformis</i>	-	+	-	-	-	-
22- <i>Prosopis africana</i>	-	-	+	+	-	-
23- <i>Ziziphus mauritiana</i>	-	-	+	+	-	+
24- <i>Acacia polyacantha</i>	-	-	+	-	-	-
25- <i>Anogeissus leiocarpus</i>	-	-	+	+	-	+
26- <i>Combretum glutinosum</i>	-	-	+	-	-	-
27- <i>Piliostigma reticulatum</i>	-	-	+	-	-	-
28- <i>Adansonia digitata</i>	-	-	+	+	+	-
29- <i>Sclerocarya birrea</i>	-	-	-	+	-	-
30- <i>Cassia sieberiana</i>	-	-	-	+	-	-
31- <i>Prosopis africana</i>	-	-	-	-	-	+

**Sources** : nos enquêtes 2005

**Légende** : + Espèce présente - Espèce absente

### 3.2. 3.4. Interdiction et contrôle des feux de brousse.

Les populations ont bien compris les effets néfastes des feux de brousse sur les éléments de la biodiversité. C'est la raison pour laquelle, dans tous les villages, elles sont mobilisées pour prévenir et éteindre les feux. Les jeunes des villages sont organisés en brigades anti-feux chargées d'éteindre les feux. A Faladjé et à N'Téguédo, les populations ont interdit les feux tardifs et encouragent, les feux précoces. Les pyromanes sont systématiquement traqués.

### 3.2. 4. Causes de la dégradation de la biodiversité végétale

Les causes de la dégradation ont été identifiées et décrites par les communautés villageoises : sécheresse, feux de brousse, bétail transhumant, etc. La sécheresse est une calamité implacable contre laquelle il n'y a pas de réaction directe des populations locales.

Ce n'est pas le cas des facteurs anthropiques. Les populations se sont partout insurgées contre le bétail transhumant, principal facteur de dégradation. Ensuite suivent les feux de brousses et le braconnage.

Selon les personnes ressources interrogées, le bétail transhumant détruit la couverture végétale herbacée et les bergers mutilent les arbres. Les troupeaux perturbent les habitats et chassent la faune de la Réserve. Ils créent des conflits avec les agriculteurs sédentaires.

Les populations pensent que seul l'Etat peut prendre les décisions efficaces dans ce domaine, en concertation bien entendu avec les éleveurs et les communautés villageoises. Ces dernières ont exprimé leur disponibilité à collaborer et appliquer les mesures nécessaires.

Les feux de brousse ont été dénoncés comme facteur destructeur de la couverture végétale. Les populations sont disposées à lutter contre les feux. Elles ont déjà organisé les jeunes du village en brigades anti-feux pour éteindre les incendies. Les feux tardifs sont interdits. Les feux précoces semblent cependant mal maîtrisés. Les feux détruisent la strate herbacée, les jeunes plants et les pousses annuelles des plantes ligneuses. Ils maintiennent un milieu ouvert en retardant la reconstitution de la couverture ligneuse, d'où une lenteur de la régénération des habitats de la faune. Les feux sont très nocifs lorsqu'ils surviennent en année de fort déficit pluviométrique. Les effets simultanés de la sécheresse et des feux sont catastrophiques pour la végétation.

### **3.2. 5. Réponses des populations à la dégradation des éléments de la diversité biologique**

Les impacts négatifs des facteurs de dégradation ont suscité chez les populations locales qui les subissent des réponses diverses pour en atténuer les effets. Des activités variées qui concourent à créer des ressources nouvelles sont entreprises dans tous les villages. Les solutions proposées par les populations ont été énumérées : plantation des espèces en voie d'extinction, jardinage, embouche, élevage de volaille, lutte contre les feux de brousses, etc.... Ces propositions doivent être prises en compte par les autorités pour aider les populations à créer des conditions de vie améliorées. Elles pourraient alors contribuer activement à la conservation des ressources biologiques de la Réserve de Biosphère de la boucle du Baoulé.

### **3.3. Intérêt des résultats pour l'organisation de la conservation**

L'information donnée par les populations, particulièrement par les chasseurs qui connaissent bien la brousse, peut aider à estimer l'état de conservation de la faune. La présence ou l'absence d'une espèce, sa localisation dans une zone considérée suivant l'état de l'habitat, le volume approximatif et la tendance évolutive de sa population sont connus des chasseurs. Les mesures de surveillance peuvent alors être renforcées pour les espèces d'un grand intérêt (les grands mammifères herbivores ou carnivores) qui seraient menacées d'extinction.

Les cas d'accroissements de la population de certaines espèces peuvent être hautement instructifs de l'évolution du peuplement animal et de l'habitat. La remontée démographique, dans le bloc de Kongossambougou, de certains carnivores (lion) et de la gazelle à front roux révèle (surtout pour cette dernière), un recul de la couverture végétale ligneuse dans ce bloc et pour les carnivores, la présence de populations plus importantes d'animaux proies.

La connaissance de l'état de forte régression des espèces a suscité chez certains groupes de chasseurs (Missira) à prendre conscience de la nécessité de la conservation. Ils ont clairement exprimé leur intention de ne pas tuer des espèces fortement menacées et pour les autres espèces, les femelles gestantes ou suivies des petits. Cette intention doit être soutenue par des activités de sensibilisation pour la rendre effective et autant que possible générale. Les chasseurs contribueront ainsi efficacement à la préservation de la faune. Cette contribution sera renforcée par la régulation traditionnelle de la chasse et le contrôle des chasseurs. La fermeture traditionnelle de la chasse,

durant la saison des pluies et le début de la saison sèche, même si elle n'est que tacite (non imposée), aide à réduire la pression de chasse au moment de la reproduction de la faune.

C'est là une pratique coutumière à encourager pour la conservation et utilisation durable des ressources biologiques.

Il faut rechercher et obtenir une collaboration franche et loyale des associations de chasseurs. Dans plusieurs villages, ces associations paraissent encore solidement organisées. Elles contrôlent les activités des chasseurs locaux mais aussi celles des chasseurs étrangers. En formant et en donnant l'autorisation de chasser aux jeunes chasseurs, en imposant des obligations et des procédures d'agrément aux chasseurs étrangers, l'association impose son contrôle dans son territoire. Les associations doivent en même temps protéger la faune. Toutes les populations des villages qui tirent une partie de leur nourriture du gibier doivent comprendre que la faune est leur richesse et qu'elles doivent aider à trouver la meilleure manière de l'exploiter c'est à dire prélever une certaine quantité sans affecter la pérennité de cette ressource biologique. C'est dans cette perspective que la collaboration des communautés locales est indispensable pour lutter contre les braconniers. Elles devraient les dénoncer auprès des agents chargés de la surveillance de la réserve. Malheureusement « dénoncer quelqu'un », est contraire au comportement social et culturel des populations. Leur rôle est cependant irremplaçable.

Il faut mettre à profit la bonne connaissance des actions des facteurs de dégradation de la biodiversité et la volonté clairement énoncée dans tous les villages de contribuer à mettre en application des mesures de sauvegarde. Les communautés sont déjà organisées pour lutter contre les feux de brousse, réduire la coupe du bois, etc. Les actions entreprises doivent être soutenues par une législation appropriée (rôle de l'Etat), des mesures de sensibilisation et des interventions concrètes sur le terrain.

## Références

**AGEFORE. 2002.** Etude sur la conservation des espèces animales vulnérables et en voie d'extinction dans la réserve de biosphère de la boucle du Baoulé. 72 p.

**BOUAMRANE M, WEBER J. 2006.** Comprendre et prévoir les itinéraires de concertation : quelques pistes pour la recherche et la formation. Réserves de biosphère, Notes technique, 1 : 66 -74.

**Karembé M. 2001.** Production végétale et utilisation des ressources pastorales des jachères en zones soudanienne du Mali-Thèse. ISFRA. 159 p.

**Projet Links.2002.** Système de savoirs locaux et autochtones. UNESCO-MAB. Organisation du patrimoine mondial.

**RUG. 1987.** Ressources sahelo-Sahéliennes. Rapport final. Recherche pour l'utilisation rationnelle du Gibier au Sahel. Ed. C.Geerling et M.D.Diakitité. 109 p.

**UNESCO-MAB .1981.** Les populations dans la biosphère : Problèmes et propositions de plans de recherche. Notes techniques du MAB.33 p.

**Yossi H. 1996.** Dynamique de la végétation post-culturelle en zone soudanienne du Mali. Thèse. ISFRA-Bamako.128 p.



# **Impact de la micro-dose du Complexe Céréale sur la production du mil dans la région de Ségou**

DOUMBIA F.,<sup>1</sup> COULIBALY A.<sup>2</sup>, KOUYATE S.<sup>3</sup>, DIARRA G.<sup>4</sup>, DIALLO D., DIALLO B.A..

## **Résumé**

A l'instar des autres pays du Sahel, le Mali, est confronté à la crise alimentaire due à l'appauvrissement des terres cultivables.

Pour atténuer les effets néfastes de ces contraintes et améliorer la production du mil, le projet A2/021 du Programme Delta du Niger a expérimenté en milieu paysan à Ségou des tests adaptatifs de technique de gestion des éléments nutritifs (fertilité des sols). A cet effet, (deux) 2 traitements ont été apportés (notés respectivement T1 et T2) à des cultures de mil.

Les résultats obtenus sur T2 sont significatifs (S) pour le rendement grains (kg/ha) par rapport au témoin T1 suite à l'amélioration de la fertilité des sols des parcelles. La technique proposée est à 95% adoptée par les paysans et est économiquement rentable.

**Mots clés :** fertilisation, mil, micro-dose, complexe céréale.

## **Summary**

The countries of the Sahel like Mali, are confronted with the food crisis due to the impoverishment of the cultivable grounds. To mitigate the harmful effects of these constraints and to improve the production of the millet, a2/021 project tested in country medium with Ségou of the adaptive tests of technique of management of the nutritive elements (fertility of the grounds). For this purpose, (two) 2 treatments were brought (noted respectively T1 and T2). The results obtained on T2 are significant (S) for the output grains (kg/ha) compared to witness T1 following the improvement of the fertility of the grounds of the pieces. The technique suggested to 95% is adopted by the peasants and is economically profitable.

**Key words:** fertilization, millet, microphone-amount, complex cereal

---

1 IPR/IFRA, DER de Sciences et Techniques agricoles. Tel : 73002552

2 IER, Laboratoire Sol-Plante-Eau, Sotuba

3 IPR/IFRA, DER de Sciences Economiques

4 IPR/IFRA, DER de Sciences et Techniques Agricoles

## **Introduction :**

La production céréalière dans le Sahel notamment celle du mil et du sorgho souffre de baisse de rendement due principalement à la surexploitation et la dégradation des sols (épuisement des éléments nutritifs, techniques culturales inadaptées, perte des terres par l'érosion hydrique et éolienne, etc....).

Beaucoup d'auteurs (Bationo et Mokwunye 1991, Van der Pol, 1992 ; Keift et al., 1994 ; Traoré et al. (2003) ont signalé l'épuisement des terres suite à l'obtention de rendements sans restitution d'éléments nutritifs. Pour atténuer les effets néfastes de ces contraintes et améliorer la production du mil, le projet A2/021 a entrepris des études.

### **Objectifs:**

Il faut instaurer une gestion rationnelle des terres dans la région de Ségou.

C'est prévu de mettre au point une technologie pour cette gestion rationnelle (à long terme).

La nécessité d'évaluer les effets de la micro-dose sur la production du mil s'impose.

La détermination de la rentabilité économique de la technique proposée est indispensable.

Il est incontournable de connaître le degré d'adoption de la technique par les paysans (à court terme).

La technologie proposée à cette fin est la micro-dose du Complexe Céréale 17 : 17 : 17.

## **Matériels et méthodes :**

### **Sites :**

Quatre villages ont été ciblés dans la région de Segou.

Ainsi, Koumouni et N'Tokorola ont été retenus dans la sous-préfecture de Touna (Cercle de Bla ).

C'est Diawarala et Shodo que nous avons choisis dans la sous-préfecture de Konobougou (Cercle de Barouéli).

**Matériel végétal :** Le mil est la variété traditionnelle choisie par le paysan.

**Matériel fertilisant :** Il s'agit du Complexe Céréale 17 : 17 : 17 – 100 kg. C'est l'engrais de fond appliqué en micro-dose de 2 grammes par poquet après le démariage.

### **Traitements :**

T1 : Le témoin est la pratique du paysan .Ce sont des billons perpendiculaires à la pente.

T2 : C'est la technique proposée. Le semis est fait sur billons perpendiculaires à la pente à 0,80 m entre les lignes et 0,50 m entre les poquets, soit 80 cm x 50 cm. L'apport d'engrais de fond est fait sous forme de micro-dose de 2 grammes par poquet de Complexe Céréale CC 17-17-17, NPK après le démariage.

### **Dispositif :**

C'est le bloc de Fisher à deux traitements réalisé au niveau du paysan collaborateur. Le test est ainsi répété chez 5 paysans au niveau d'un village site, chaque paysan représente une répétition (bloc) du test.

Pour l'ensemble des quatre sites, le test comporte 20 paysans collaborateurs assistés chacun de 5 paysans de contact soit un total de 100 partenaires pour l'étude.

La superficie totale d'expérimentation est 2000m<sup>2</sup> par paysan collaborateur soit 1000 m<sup>2</sup> par traitement.

Dimension de la parcelle élémentaire : 50 m x 20m.

### **La perception paysanne sur l'étude :**

Elle a été faite de concert avec les secteurs CMDT (de Bla et de Konobougou), les agents de terrain et les Associations villageoises (AV).

La perception paysanne sur l'étude a été recueillie à l'aide de 20 questionnaires remplis chez les paysans collaborateurs.

### **L'analyse économique des résultats de la campagne agricole 2001-2002 :**

Les données sur le prix des intrants utilisés à l'hectare, les salaires moyens journaliers liés aux différentes opérations, les durées des temps de travaux sur les parcelles ont été collectées pour le calcul de la rentabilité économique de la technique proposée. Elles ont été recueillies auprès des agents CMDT (de Bla et de Konobougou), les Associations Villageoises de N'Tokorola, Koumouni, Diawarala et Shodo. L'analyse comparative des résultats des campagnes 2000-2001 (situation avant le projet) et 2001-2002 (situation avec le projet) a été faite à l'IER/ECOFIL.

Les paramètres étudiés sont :

- Le rendement en grains par hectare,
- La rentabilité économique de la technique proposée,
- Le degré d'adoption de la technique proposée par les paysans (la perception paysanne).

Les résultats du rendement en grains du mil ont été traités au logiciel SAS (SAS, 1985) pour dégager les différences entre les traitements.

La perception paysanne sur l'étude et l'analyse économique des résultats ont été traitées au logiciel SPSS pour dégager le taux d'adoption et la rentabilité économique de la technique proposée.

### **III.Résultats :**

#### **3.1.Le rendement (Tableau 1)**

Il ressort des résultats d'analyse statistique que l'application de la technique proposée (la micro-dose de Complexe Céréale 17-17-17, 2 grammes par poquet) accroît le rendement en grains du mil sur l'ensemble des sites (et à travers les zones) du test par rapport au témoin, la pratique traditionnelle de culture du mil ( $P < 0,05$ ). Les rendements obtenus sont respectivement de l'ordre de 1790 kg et 1366 kg par hectare (Tableau 1).

Malgré cet écart significatif entre les performances des deux traitements, les rendements observés chez certains paysans ont souffert de la sécheresse intermittente au début et à la fin du cycle de la culture, le total pluviométrique étant déficitaire sur l'ensemble des sites.

**Tableau 1** : Production en grains, kg par hectare sur l'ensemble de la zone d'étude.

Traitements	Poids grains, kg/ha
T1. Pratique paysanne	1366,3
T2. Technique améliorée	1790

Cependant, cette réponse positive du mil à la technique proposée qui améliore la fertilité du sol de la parcelle traitée (T2), apporte un surplus de grains de plus de 400 kg/ha, soit plus de 30% d'augmentation par rapport au témoin (T1). A ce niveau, on peut présumer que les paysans de la région n'appliquant pas la micro-dose de CC 17 : 17 : 17 s'exposent à de faibles rendements dans leur exploitation.

#### **3.2.La perception paysanne (taux d'adoption) sur l'étude :**

Il ressort de cette enquête les points suivants :

100% des paysans interrogés sont conscients de l'augmentation de la production agricole par hectare suite à l'utilisation de la technique proposée .

Les paysans donnent les avis suivants du point de vue incidence économique de la technologie :

70% sont convaincus de l'augmentation de leurs revenus monétaires suite au surplus de production réalisé. Le facteur essentiel de cette augmentation est la bonne pluviométrie .

30% des paysans font savoir que, parallèlement à l'augmentation de la production, la dite technique améliore et maintient la fertilité des sols des parcelles ; mais la sécheresse peut limiter la production du mil.

95% des paysans désirent continuer l'utilisation de la technique proposée ; par contre 5% ne souhaitent pas poursuivre son utilisation suite à la lenteur de la technique d'application de l'engrais de fond et au manque de main d'œuvre dans leur exploitation .

Les avis sont divergents en ce qui concerne les difficultés économiques de la technique proposée :

45% des paysans n'ont pas rencontré de difficultés économiques vu l'intérêt du travail .

30% des paysans expliquent les difficultés à cause de la lenteur observée au cours de l'application de l'engrais de fond .

20% des paysans ont insisté sur le fait que l'acquisition de l'engrais de fond est difficile faute d'argent..

5% disent qu'ils ont des difficultés de suivre l'étude par suite du manque de personnel. Tout de même, ils désirent continuer l'utilisation de la technique.

### 3.3 L'analyse économique des résultats de la campagne 2001-2002

**Tableau 2** : La situation en campagne 2000-2001 ( situation avant le projet)

Fiche technico-économique de culture du mil.

Rubrique	Unité	Prix Unitaire	Quantité	Valeur FCFA
1.Production grains	Kg	150	1.366,3	204.945
2.Coûts				
*Semences	Kg	150	5	7.500
*Outillage	U	1.250	1	1.250
<b>SOUS TOTAL</b>				<b>8.750</b>
Résultat net				196.195
3.Temps de travail				
Labour et semis	Hj	745,7	14,2	10.590
Sarclage	Hj	750	20	15.000
Epannage engrais	Hj	-	-	-
Récolte	Hj	750,8	18,12	13.590
<b>TOTAL</b>			<b>52,24</b>	<b>39.180</b>
Valorisation de la journée de travail	-	-	-	39.180
Fonds de roulement	-	-	-	-
Intrants agricoles				
*Semences	kg	150	5	7.500
<b>TOTAL</b>				<b>7.500</b>

U : Unité, Hj :Homme/jour

La production grains valorisée à l'hectare est estimée à 204.945 F CFA. Compte tenu du caractère primitif de cette production le coût à l'hectare est très faible 8.750 F CFA. Le résultat à l'hectare calculé sans intégration du coût de la main d'œuvre est de 196.195 F CFA. La valeur de la journée de travail est de 39.180 F CFA. /H

**Tableau 3** : la situation en campagne 2001-2002 (situation avec le projet)  
Fiche technico-économique de culture du mil.

Rubrique	Unité	Prix Unitaire	Quantité	Valeur FCFA
1.Production grains	Kg	150	1.790	268.500
2.Coûts :				
Semences	Kg	150	2,5	3.750
Complexe céréale	Kg	350	50	17.500
Outillage	U	1.250	1	1.250
Sacherie	U	325	6	1.950
<b>SOUS TOTAL</b>				<b>24.450</b>
Résultat net				244.050
3.Temps de travail :				
Labour	Hj	750	10	7.500
Semis	Hj	750	15	11.250
Sarclage	Hj	750	20	15.000
Epandage engrais	Hj	750	20	15.000
-Récolte	Hj	750	20	15.000
<b>TOTAL</b>			<b>85</b>	<b>63.750</b>
Valorisation de la journée de travail	-	-	-	63.750
Fonds de roulement /ha				
Intrants agricoles :				
Semences	Kg	150	2,5	3.750
Complexe Céréale	Kg	350	50	17.500
Outillage	U	1250	1	1.250
Sacherie	U	325	6	1.950
<b>TOTAL</b>				<b>24.450</b>

U : Unité, Hj :Homme/jour

L'augmentation relative de la production grains (+ 423,7 kg/ha) justifie l'accroissement de la valeur qui atteint 268.500 F CFA soit un accroissement de 63.555 F CFA. L'utilisation de l'engrais de fond entraîne une augmentation du coût de production qui est de 24.450 F CFA soit une augmentation de 15.700 F CFA. Le résultat à l'hectare sans la main d'œuvre est de

244.050 F CFA/ha soit une augmentation de 47.855 F CFA. La valeur de la journée de travail est de 63.750 F CFA soit une augmentation de 24.570 F CF.

#### IV. Discussion :

L'observation portée sur le rendement grains signale une réponse significative du mil à l'apport de la micro-dose de CC 17 :17 :17. Les résultats obtenus sont confirmés par ceux des auteurs tels que : Doumbia et al (2001) ; Taonda et al (2001). Cela pourrait s'expliquer par une amélioration de la fertilité du sol par suite de l'application locale de l'engrais de fond.

Aussi ce mode d'épandage limite les pertes des éléments fertilisants contenus dans le Complexe Céréale et évite la pollution des eaux souterraines. La perception paysanne sur la dite étude a permis de savoir que :

La technique proposée augmente la production du mil, maintient et améliore la fertilité des sols des parcelles des tests.

Les paysans des deux localités au cours de la restitution des résultats ont exprimé leur satisfaction quant à la bonne performance du mil produit suivant cette technologie.

Certains ont signalé l'adoption et déjà la réalisation de plusieurs hectares de mil en utilisant la dite technique.

L'analyse économique des résultats sur le rendement en grains donne les renseignements suivants :

L'augmentation relative de la production grains (+ 423,7 kg/ha) justifie l'accroissement de la valeur qui atteint 268.500 F CFA soit un accroissement de 63.555 F CFA. L'utilisation de la micro-dose de Complexe Céréale

entraîne une augmentation du coût de production qui est de 24.450 F CFA soit une augmentation de 15.700 F CFA. Le résultat à l'hectare sans la main d'œuvre est de 244.050 F CFA/ha soit une augmentation de 47.855 F CFA. La valeur de la journée de travail est de 63.570 F CFA soit une augmentation de 24.570 F CFA.. Une analyse économique similaire a été faite par des projets sur la gestion des ressources naturelles Afrique Occidentale en 1996 (Mali, Burkina Faso, Sénégal).

## **V .Conclusion :**

La technique proposée augmente la production du mil par rapport au témoin, maintient et améliore la fertilité des sols des parcelles des tests.

Les paysans ont exprimé leur satisfaction quant à la bonne performance du mil produit suivant cette technologie. Certains ont signalé l'adoption et déjà la réalisation de plusieurs hectares de mil en utilisant la technique en question. Ils désirent continuer son application après le projet.

Le projet contribue à une augmentation remarquable du revenu net de la production. Il valorise la main d'œuvre agricole malgré un accroissement important du coût de la production. De ce constat, on peut conclure que l'adoption de la technique proposée par le projet s'avère être un facteur économiquement rentable.

La technique d'application de l'engrais de fond sous forme de micro dose est économique par rapport à la méthode classique d'apport à l'unité de surface. Quant à l'inquiétude des paysans sur le mode d'épandage de la micro dose qui est actuellement manuelle, le projet a signalé que des travaux sur la mécanisation de cette opération sont en cours pour résoudre ce problème.

## ***REFERENCES***

1. **Bationo A. and Mokwunye A .U .1991:**Alleviating soil fertility constraints to increased crop production in West Africa .Fert. Res. 29 :95 – 115.
2. **«L’Institutionnalisation de l’étude de l’impact dans les projets de recherche agricole en Afrique Occidentale » 1996.**
3. **Kieft H, Keita N. et Vander H. 1994 :** Engrais fertiles? Vers une fertilité durable des terres agricoles au Mali. 99P. ETC, Leusden. The Netherland.
4. **Taoré S., Bagayoko M, Coulibaly B.et Coulibaly A. 2004 :** Amélioration de la fertilité des sols et celle des cultures dans les zones sahéliennes de l’Afrique de l’Ouest : une condition sine qua none pour l’augmentation de la productivité et de la durabilité des systèmes de culture à base de mil.
5. **Vander Pol F. 1992:** Soil mining. An unseen contribution to farm income in southorn Mali. Bulletin 325. Royal Tropical Institute. Amsterdam the Netherlands.
6. **SAS :** SAS user’s guide = Statistics, version 5, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA, 1985.
7. **Mamadou D. DOUMBIA, Abou BERTHE, Jens B. Aune :** Integrated Plant Nutrition Management (IPNM) : Practical Testing of Technologies with Farmers groups. Mary 2001. Report n° 14.
8. **Taonda S.T.B., Barro A., Yaméogo G., Zougmore R., Ilboudo B., et Ouattara K., :** Rapport d’activités dans le cadre du projet «INTERCRSP. Ouest Africain de gestion de Ressources Naturelles » INERA. Département GRN/SP. Campagne 2000-2001. Ouagadougou, Janvier 2001. P. 15.

## ***INDEX***

**A2/021** - Code du projet

**T1**- Témoin(Pratique paysanne)

**T2**- Technique améliorée(miro-dose de CC 17 :17 :17-2g/poquet)

**CC 17 :17 :17**- Complexe Céréale N-17 :P-17 :K-17

**IER**- Institut d'Economie Rurale

**ECOFIL**- Economie des Filières(à l'IER)

**CMDT**- Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles

**A.V.**- Associations Villageoises

**SAS**- Statistics Analytics Systèmes(Logiciel)

**SPSS**- Logiciel

**U**- Unité

**HJ**- Homme Jour

# **ANALYSE DU PROGRAMME DE FORMATION CIVIQUE DU CENTRE D'ÉDUCATION POUR LE DÉVELOPPEMENT (CED)**

**KAMISSOKO F.\***

## **RÉSUMÉ**

Cette étude vise l'amélioration du contenu et des méthodes d'enseignement du programme d'Education civique enseigné dans les Centres d'Education pour le Développement.

Nous sommes parti d'une hypothèse principale selon laquelle le programme de formation civique au CED doit répondre aux besoins des communautés compte tenu du nouveau contexte socio-politique du Mali. De cette hypothèse découlent deux secondaires :

- Les besoins ont été insuffisamment identifiés au moment de la conception et de l'élaboration du programme d'Education civique.
- Les éducateurs ont des difficultés à pratiquer les méthodes d'enseignement prévues au CED.

En fonction de ces hypothèses, nous nous sommes fixé les objectifs suivants :

- analyser le contenu du programme d'Education civique ;
- analyser les méthodes utilisées pour l'enseignement de l'Education civique ;
- proposer des solutions d'amélioration du contenu et des méthodes d'enseignement.

Pour y parvenir, nous avons choisi un échantillon de 30 villages dans les zones d'intervention de l'ACODEP et de Plan International abritant des CED.

Dans ces villages, les informations ont été recueillies auprès des autorités villageoises, des comités de gestion, des éducateurs et des apprenants. L'enquête a touché d'autres acteurs importants, en l'occurrence l'Etat à travers ses représentants, Plan International, l'ACODEP et le GREF.

L'étude a révélé que le programme d'Education civique enseigné au CED est insuffisant pour permettre aux apprenants d'acquérir les compétences recherchées et que les éducateurs ne maîtrisent pas les méthodes actives, notamment la pédagogie différenciée, pour enseigner l'Education civique de façon efficace. Par ailleurs, l'étude a montré la pertinence de l'enseignement de l'éducation civique depuis la première année CED. Elle est parvenue à faire des propositions d'amélioration de contenu du programme et d'approches pédagogiques.



## ABSTRACT

This study aims at the improvement of content and teaching methods of civic education program in the education centers for Development (ECD). In this study we went from a main hypothesis: The training program of civic education in the ECD must meet the needs of communities regarding the new socio-political context of Mali.

According this hypothesis, we have settled as objectives to :

- analyse the contents of Civic Education program ;
- analyse the methods used for the teaching of Civic Education;\*
- making proposals of improvement solutions of contents and teaching methods.

To achieve those objectives, we have chosen a sample of 30 (thirty) villages in the intervening areas of ACODEP and International Plan sheltering of ECD. The informations have been collected from villages authorities, management committees, educators and learners. Moreover, the survey reached other main actors, such as the State through its representatives, International Plan, ACODEP and GREF.

This study revealed that the Civic Education program taught in the ECD is insufficient to permit learners to acquire the needed skills that the educators don't master the active methods, namely the discriminative pedagogy, to teach Civic Education so efficiently. However, the same study showed the pertinence of teaching civic education since the first form of ECD. The study succeeded in making proposals for the improvement of both the content program and pedagogic approaches.

---

\*Direction Nationale de l'éducation de base

## **SIGLES**

ACODEP :	Appui aux Collectivités décentralisées pour un Développement participatif ;
ECD :	Education Center for Development;
CED :	Centre d'Education pour le Développement ;
CIEA :	Centre international d'Education des Adultes ;
GREF :	Groupeement des Retraités Educateurs sans Frontières ;
Foranim :	Formation et animation ( Bureau d'études).

## INTRODUCTION

Le contexte socio-politique actuel du Mali, basé sur la démocratisation et la décentralisation, exige l'apprentissage des règles démocratiques, l'éducation et la formation des citoyens, y compris les enfants et les jeunes adolescents. Ceci est d'autant plus important compte tenu du fait que la plupart des Maliens sont analphabètes et ignorent encore leurs droits et devoirs, ce qui constitue incontestablement un véritable obstacle au succès de la nouvelle réforme.

La formation civique qui nous préoccupe notamment est celle des enfants en situation d'apprentissage dans les Centres d'Education pour le Développement(CED)<sup>19</sup> qui heureusement disposent d'un programme d'Education civique et Morale. Ce programme permet-il d'assurer une bonne formation des enfants et jeunes adolescents pour qu'à leur sortie du CED ils aient des connaissances et des compétences appropriées qu'ils pourraient mettre en pratique dans leur communauté ? C'est à cette question que nous nous sommes attelé à répondre, car nous sommes persuadé que cette structure constitue un cadre très approprié pour la préparation des futurs citoyens autonomes et compétitifs, conscients de leurs droits et devoirs.

## MÉTHODOLOGIE

Pour mener à bien cette étude nous avons constitué de façon proportionnelle un échantillon de 30 villages CED, repartis entre les zones d'intervention du Plan International et de l'ACODEP avec un taux de sondage de 0,164, ce qui correspond aux quotas de 16 CED pour l'ACODEP et 14 CED pour Plan International.

L'échantillon est constitué de 183 individus répartis comme suit :

<u>N°</u>	<u>PUBLICS CONCERNÉS</u>	<u>NOMBRE</u>
<u>1</u>	<u>Autorités communautaires</u>	<u>60</u>
<u>2</u>	<u>Apprenants</u>	<u>60</u>
<u>3</u>	<u>Membres de comité de gestion</u>	<u>30</u>
<u>4</u>	<u>Educateurs</u>	<u>26</u>
<u>5</u>	<u>Partenaires</u>	<u>5</u>
<u>6</u>	<u>Représentants de l'Etat</u>	<u>2</u>
	<u>TOTAL</u>	<u>183</u>

<sup>19</sup> Le Centre d'Education pour le Développement (CED) est un cadre d'éducation, de formation et d'appui pour l'autopromotion individuelle et collective à l'intention des jeunes non scolarisés ou déscolarisés précoces de 9 à 15 ans. Il vise à donner à ces jeunes une formation théorique pour l'acquisition des compétences en lecture, écriture et en calcul et une formation professionnelle pour une initiation aux métiers.

Des questionnaires et des guides d'entretien ont été utilisés pour la collecte des données.

## **RÉSULTATS**

### *1. Des orientations en matière de conception de programme*

Les représentants de l'Etat (100%) ont attesté que le programme d'éducation civique enseigné dans les CED reflète non seulement les orientations philosophiques et idéologiques, mais aussi la morale et l'éthique de notre société. Selon nos investigations, la participation des principaux acteurs aux travaux de conception et d'élaboration du programme d'Education civique dans les CED n'a pas été effective d'après 100% des éducateurs et des autorités communautaires, 96,7% des apprenants et 40% des partenaires.

Cependant la participation des enseignants dans la conception des matériels didactiques révèle une importance capitale dans la mise en œuvre de tout programme d'éducation et de formation. La plupart des difficultés existant dans le fonctionnement du CED, notamment d'ordre pédagogique, sont liées à cette insuffisance.

### **2. Du contenu du programme**

S'agissant du contenu du programme d'éducation civique en général, 80% des partenaires et seulement 15,4% des éducateurs l'ont trouvé suffisant tout en soulignant qu'il répond aux besoins des populations. Les 84,6% des éducateurs ont trouvé le programme insuffisant et ont souhaité qu'il soit renforcé.

Sur l'ensemble des thèmes soumis à l'appréciation des éducateurs, la quasi-totalité a été jugée "très importante " ou "importante".

Les thèmes qui ont été jugés « peu importants » ou « pas du tout importants » sont les suivants : le plaidoyer politique, le mariage, le code de la route, la liberté de presse et les médias, le rôle de la police et de la gendarmerie, les garants de la démocratie.

Dans le cadre de l'enseignement de l'Education civique en première année CED l'enquête a débouché sur des résultats intéressants. Par rapport à la question « *Faut-il commencer l'enseignement de l'Education civique en 1<sup>re</sup> année ou en 2<sup>e</sup> année ?* », 84,6% des éducateurs et 80% des apprenants ont jugé nécessaire de le commencer dès la première année compte tenu de son importance.

L'on sait, le souci qui a guidé les concepteurs du curriculum à ne pas enseigner l'Education civique en 1<sup>re</sup> année, est que les enfants à cet âge ne sont pas intellectuellement capables de comprendre les notions et concepts liés à cette discipline. Cette thèse n'est pas convaincante si l'on se réfère à la théorie de Piaget en la matière : « *Vers 9-10 ans, l'enfant n'accepte plus béatement les règles qui perdent, pour lui, leur caractère d'absolu*

*intangible et deviennent relatives. L'éducation doit donc utiliser au maximum les jugements moral et civique de l'enfant qui commence à s'éveiller pour l'amener à critiquer les comportements et attitudes erronés et à faire siennes les valeurs civiques dont il est témoin ou qui découlent de son analyse et de son jugement. Plus tard, vers 11-12 ans, l'esprit critique s'éveille et s'installe progressivement. L'enfant prend conscience des faits et des réalités. Il juge et n'admire plus pour les beaux yeux ; il cherche à découvrir les faiblesses, les insuffisances, les défauts. Il est capable du meilleur comme du pire. Ce stade du développement de l'enfant impose une démarche pédagogique active et justifiée qui fait de l'enseignant un conseiller et un guide tout en demeurant un exemple et un modèle pour ses conduites personnelles. Ainsi se fera le passage de l'hétéronomie à l'autonomie des valeurs civiques. »<sup>20</sup>*

Comme nous le savons, en réalité les enfants de la 1<sup>re</sup> A CED se situent en général dans la tranche d'âge de 7 à 15 ans. Cette période, selon Piaget, correspond à l'éveil de l'esprit critique chez l'enfant. Cela veut dire que désormais les simples causeries et les contes ne l'enchantent plus, ne satisfont plus entièrement sa curiosité. Pour susciter son intérêt, il faut lui faire découvrir de nouveaux horizons. Ce qui l'intéresse le plus, c'est de lui proposer des choses qui font appel à tous ses sens, à ses expériences et à sa sensibilité<sup>21</sup>. Cela signifie que l'enfant, à cet âge, est capable de comprendre et de s'approprier des notions et concepts élémentaires, dans le cas précis, d'Education civique.

En définitive, tout comme la morale peut être enseignée en première année, l'Education civique peut l'être également sans difficulté particulière. C'est pour souligner que les capacités intellectuelles des enfants ne sont pas à minimiser. De la même manière, il ne faudrait pas créer un grand fossé entre l'enfant et l'adulte. Le Conseil International d'Education des Adultes (CIEA) propose à ce sujet un commentaire très édifiant : « *A une époque où les enfants assument des responsabilités classiques incombant aux adultes (par exemple : travailler pour un revenu, s'occuper des frères et sœurs, se charger des tâches domestiques, lutter pour la vie dans les rues, les usines, etc..) et où de plus en plus d'adultes sont traités comme des enfants puisqu'on les considère comme des membres passifs et non productifs de la société, la distinction entre l'éducation des adultes et celle des enfants est devenue floue.* »<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Konrad ADENAUER(1995), *Programme d'éducation civique à l'école primaire*, éditions sur les presses de la C.A.C.I, Cotonou, p.14

<sup>21</sup> ADENAUER, Konrad (1995), *op.cit*, p.63.

<sup>22</sup> CIEA. « L'éducation des adultes et l'apprentissage permanent : sujets, questions et recommandations. Suggestions du CIEA soumises à la Commission internationale d'Education et d'Apprentissage pour le 21<sup>e</sup> siècle », in « EDUCATIONS DES ADULTES ET DEVELOPPEMENT », N°42, 1994, p.17

### 3. Des méthodes d'enseignement

L'effectif total des éducateurs a attesté l'utilisation des méthodes actives dans les CED. 88,5 % d'entre eux reconnaissent que les méthodes actives leur permettent d'atteindre les objectifs. Cet avis est partagé par 60% des partenaires (ACODEP, Plan International et GREF) même si, 20% d'entre eux se sont abstenus de donner une réponse et que les 20% restants ont catégoriquement contesté.

En nous référant aussi aux déclarations faites par le rapport d'Evaluation de Foranim Consult à ce sujet, on peut aisément déduire que les méthodes actives devant être utilisées dans les CED ne sont pas maîtrisées<sup>23</sup> par les éducateurs.

### 4. De l'exploitation des valeurs culturelles

Par rapport à l'exploitation des valeurs culturelles, à savoir les contes, les proverbes et les chants, pendant les cours d'Education civique, 76,9% des éducateurs l'ont trouvé utile et même nécessaire.

Les principales raisons qui ont été évoquées sont les suivantes :

- cette stratégie économise le temps d'apprentissage,
- elle allège le travail de l'éducateur,
- elle permet de comprendre facilement beaucoup de messages et concepts,
- elle développe chez les apprenants les sens de l'identité culturelle.

Soulignant l'importance de l'exploitation des valeurs culturelles dans le processus des apprentissages, Dubbeldam nous enseigne : « *Il faut bien admettre qu'aucun enseignement, aucune situation d'apprentissage ne soient totalement dénués de valeurs. Si celles-ci ne sont pas dans la matière, elles sont dans la présentation ou dans le climat informel de connaissances qui prévaut entre enseignants et apprenants* ». <sup>24</sup>

Hassimi O. MAIGA partage le même avis quand il écrit : « *L'intégration des éléments de culture est indispensable à la compréhension et au contrôle du processus éducatif* ». <sup>25</sup>

### 5. De l'aspect organisation communautaire

Les résultats ont montré l'existence de nombreuses organisations d'entraide en milieu rural. Celles-ci jouent un rôle

<sup>23</sup> Foranim Consult SARL (1999). Evaluation de fin de Projet CED en zone Plan international, Bamako, p.22

<sup>24</sup> DUBBELDAM L.F.B et al.. " Développement, culture et éducation », in Annuaire International de l'Education de l'Unesco, volume XLIV-1994, Paris, p.98

<sup>25</sup> MAIGA H.O (1998). Expérience Musée de GAO, Essai de recherche sur la didactique des matières d'enseignement au Fondamental –Mali, Bamako, Imprimerie de l'Institut pédagogique national, p.10

important dans la vie de ces populations. Malgré les insuffisances qu'elles présentent sur le plan composition et fonctionnement, dans le contexte actuel, elles constituent des espaces qu'il convient de dynamiser et d'exploiter pour la préparation et la mobilisation des populations.

Au CED, les notions d'organisations traditionnelles et modernes sont déjà enseignées. Il s'agira désormais de renforcer cette formation pour qu'au sortir du CED les jeunes puissent s'organiser pour s'insérer dans le processus de production. Cette insertion devrait se traduire par une réelle implication dans les différentes structures de gestion villageoises. Au cours de la formation au CED, il est louable que les apprenants créent une organisation de jeunes au sein du village. Cet espace servirait de lieu de réinvestissement des acquis en matière d'éducation civique et de formation à la citoyenneté, une façon idéale de lier le CED à la vie du village.

### ***Propositions d'amélioration***

#### **a) Par rapport au contenu**

Les propositions d'amélioration de contenu se réfèrent aux nouveaux thèmes introduits dans le programme. Après analyse, il a été déduit que tous les anciens thèmes sont pertinents ainsi que les nouveaux thèmes proposés à l'exception de ceux dont la pertinence n'a pas été attestée. C'est pourquoi nous suggérons le maintien des anciens et l'introduction des nouveaux dans le programme.

#### **( Propositions de thèmes voir : annexes)**

Par ailleurs, l'étude a montré que le programme d'Education civique doit être toujours ouvert pour prendre en compte les changements socio – politiques importants qui s'effectuent dans le processus de développement pour l'information des apprenants CED.

#### ***b) Par rapport à la pédagogie***

##### ***A l'endroit des autorités compétentes :***

- introduire l'enseignement de l'éducation civique dès la 1<sup>re</sup> année;
- produire pour les apprenants une documentation suffisante et variée pour soutenir les cours ;
- produire des ouvrages traitant les thèmes à étudier et les mettre à la disposition de chaque éducateur ;
- renforcer la formation des éducateurs aux méthodes actives ;
- adopter le système des messages clés par rapport à chaque thème afin d'éviter les tâtonnements.

A la lumière des suggestions l'entête de la fiche de préparation pourrait comporter dans l'ordre les éléments suivants : Thème, message, objectifs, supports didactiques, durée de la leçon.

### ***A l'endroit des éducateurs***

Dans la formation pédagogique des éducateurs un accent devrait être mis sur certains aspects :

- mettre à l'aise l'apprenant pour lui permettre de s'exprimer le plus librement possible ;
- ,pendant le cours prévoir un temps pour les discussions et les digressions afin de développer l'esprit créatif des apprenants et d'éviter la monotonie
- accorder de l'importance à l'exploitation des valeurs culturelles locales qui restent des canaux sûrs de transmission de connaissances ;
- initier des stratégies de motivation pour développer l'intérêt des apprenants ;
- tenir compte du vécu, de la personnalité, du potentiel interne et de l'expérience individuelle des enfants.

L'éducateur doit lui-même servir d'exemple pour les apprenants.

A ce sujet Robert DOTRENS déclare : « *L'action éducative du maître débute et se manifeste surtout par son exemple. Il ne suffit pas donc de les conduire en disant : fais ce que je dis, mais de ne jamais se départir d'une attitude, d'un langage, d'un comportement tels qu'il soit toujours possible de leur dire : fais ce que je fais.* »<sup>26</sup>

## ***CONCLUSION***

Dans cet article, nous avons voulu attirer l'attention des autorités compétentes sur les lacunes existant non seulement dans le programme d'éducation civique du CED, mais aussi dans la mise en œuvre de la formation en vue d'une amélioration de cet enseignement. Ceci s'avère opportun eu égard au rôle que cette formation peut jouer pour l'instauration d'une culture démocratique à travers l'émergence d'une jeunesse émancipée et d'une société civile forte conscientes de leurs droits et devoirs. Notre travail n'avait pas la prétention de déboucher sur un produit final pouvant être directement utilisé pour améliorer la formation civique au CED. Il a plutôt enclenché un processus qui permettrait de compléter la liste des besoins spécifiques de formation, d'enrichir les contenus et d'élaborer des messages pertinents pour un enseignement plus efficace. L'enseignement de l'Education civique au CED aura un impact positif sur la vie des localités respectives seulement et seulement lorsque les autorités scolaires lui accorderont l'intérêt qui lui convient en introduisant cette discipline dès la première année comme la morale en enrichissant le contenu des programmes et en renforçant les capacités méthodologiques des éducateurs.

---

<sup>26</sup> DOTRENS Robert (1960),. *Tenir sa classe*, Sur les presses du Centre de production de manuels et d'auxiliaires de l'Enseignement, Yaoundé, p.60



La formation civique des enfants et jeunes adolescents devrait être considérée comme une priorité si l'on veut réellement restaurer et pérenniser la culture démocratique tant au milieu rural qu'en milieu urbain.

## BIBLIOGRAPHIE

ACODEP (1998). *Fasodenãumanya ni Desantaralizas;n, san 4-nan,,* Balikukalanbaarada gafedilany;rj , p..39

BRIGNON J. (1986). *Education civique. 4<sup>e</sup>A*, Edition Hatie, Paris, 95p.

FUMAT Y., GEZLING A. et PERFETTINI (1985). *Education civique, 3<sup>e</sup>A*, Edition Nathan, Paris, 127p.

MAIGA Hassimi O. (1998). *Essai de recherche sur la didactique des matières d'enseigne -ment au fondamental – Mali*. Imprimerie de l'IPN, Bamako, 27p.

MEB, Projet EVF/EMP (1993). *Curriculum du Premier cycle de l'Enseignement fonda -mental*. Imprimerie de la DNAFLA, Bamako, 131p.

Ministère de l'Education de Base (1994). *Curriculum des Centres d'Education pour le Développement*. Imprimerie de l'IPN, Bamako, 18p.

Ministère de l'Education de Base (2000). *Cuurricula révisés des Centres d'Education pour le Développement*. Imprimerie de la DNAFLA, Bamako, 25p.

Primature / Commissariat à la promotion des femmes (1997). *Manuel d'éducation civique et politique des femmes*, Imprimerie de la DNAFLA, Bamako, 39p.

Primature / Mission de Décentralisation (1997). *Formation civique du grand public. Mallette du formateur*, tome 1, Nouvelle Imprimerie Bamakoise, Bamako, 21p.

STITUNG Konrad Adenauer (1995). *Programme d'Education civique à l'école primaire*. Editions sur les presses de la C.A.C.I, Cotonou, 203p.

STITUNG Konrad Adenauer, s.d., *Programme de promotion de la démocratie en Afrique de l'Ouest*. Editions les Cocotiers, Cotonou – Bénin, 91p.

## ANNEXES

### ANNEXE 1 : GRILLE D'APPRECIATION

N°	Thèmes	Appréciations			
		TIM	IMP	PIM	PTI
1	Le code de parenté				
2	Le respect à l'endroit des personnes âgées, des handicapées, des malades et autres personnes en difficulté.				
3	L'intérêt particulier et l'intérêt général, le respect du bien public				
4	Le code de mariage				
5	Les droits universels				
6	Le citoyen – la citoyenneté				
7	Les droits et les devoirs du citoyen				
8	Les lois - le respect des lois				
9	L'initiation à la prévention routière – le code de la route				
10	Le Mali : le pays et les hommes ( aperçu géographique et historique)				
11	Les notions : Etat, nation, patrie, l'amour de la patrie, notion de régionalisme, lutte contre le régionalisme.				
12	La notion de régime politique : régime dictatorial et régime démocratique.				
13	La notion de pouvoir : la séparation des pouvoirs				
14	Les symboles de la nation : hymne nationale, le devise, le drapeau.				
15	Le Mali nouveau : le Mali démocratique, la Conférence nationale souveraine, la nouvelle constitution, le système démocratique.				
16	Les institutions de la Républiques : le Président de la République, le Gouvernement, l'Assemblée nationale, la Cour d'Appel, la Cour Suprême, la Haute Cour de justice, Le Conseil social, économique et culturel.				
17	La démocratie : la notion d'alternance démocratique.				
18	Les fondements de la démocratie : la solidarité, la tolérance, se respecter, respect.				
19	Les élections : expression de la démocratie.				
20	Les garants de la démocratie : les élections libres et transparents, le respect de l'autre, la culture de la paix, l'état de droit, l'autorité de l'Etat				
21	Les partis politiques et leurs rôles, le rôle de l'opposition.				
22	L'égalité entre la femme et l'homme.				
23	La place de la femme dans le développement.				
24	L'administration : la décentralisation.				
25	Les collectivités territoriales (commune, cercle, région, District de Bamako).				
26	La commune : les Conseil communal et ses attributions ; Le maire : mode d'élection et ses attributions.				

N°	Thèmes	Appréciations			
		TIM	IMP	PIM.	PTI
27	Les autorités administratives et politiques : le représentant de l'Etat, les élus nationaux, les élus locaux, les conseils de village/quartier/fraction.				
28	La commune : cellule administrative de base.				
29	La notion de commune efficace				
30	La gouvernance démocratique				
31	La liberté de presse				
32	La liberté d'association				
33	Les critères de performance d'une association				
34	La gestion saine et efficace : les critères.				
35	La résolution des problèmes				
36	L'élaboration et la mise en œuvre d'une campagne de plaidoyer politique				
37	Le partenariat et son importance				
38	La rédaction des correspondances : les techniques de la rédaction				
39	L'environnement : compréhension du concept, les activités nuisibles à l'environnement en milieu rural, la protection de l'environnement.				
40	Quelques problèmes de l'environnement en milieu urbain				
41	La protection des plantes et des animaux				
42	La sécurité : le rôle de la police et de la gendarmerie.				
43	Le travail bien fait – l'amour du travail bien fait				
	Autres : ----- -----				

**Notes :**

**TIM** : Très important

**IMP** : Important

**PIM** : Peu important

**PTI** : Pas du tout important

**ANNEXE 2 : LISTE DES VILLAGES CED AYANT FAIT L'OBJET DE L'ENQUETE**

CERCLE	VILLAGE	EDUCATEUR	ZONE
<b>Kati</b>	1. Sébédiana	Mamadou Konaré	<b>ACODEP</b>
	2. Niantiguila	Mamadou Konaté	
	3. Djinidiébougou	Seydou Sidibé	
	4. N'Gomi	Zoumana Diallo	
	5. Boibougou	Zankolon Coulibaly	
	6. Dio Bamabougou	Siaka Traoré	
<b>Koulikoro</b>	7. Béléninko	Madou Dembélé	
	8. Môba	Sékou Traoré	
	9. Zana	Famolo Diarra	
	10. Chola	Dory Traoré	
	11. Fansébougou	Badian Fané	
	12. Sikouna	Gaoussou Coulibaly	
	13. Karadiè	Bouatou Diarra	
	14. Manabougou	Tiéékoura Diarra	
	15. Wolokotoba	Zoumana Diarra	
	16. Dibaro	Amadou Coulibaly	
<b>Kangaba</b>	17. Dèguèla	Maïmouna Keïta	<b>Plan international</b>
	18. Djoulafoufoundou	Kassim Kamissoko	
	19. Danga	Youssef Kamissoko	
	20. Kocombo	Djibril Keïta	
	21. Bolonto	Ousmana Camara	
	22. Tèguèkoura	Moussa Traoré	
	23. Farani	Drissa Traoré	
	24. Farada	Broulaye Traoré	
	25. Salamalé	Karim Coulibaly	
	26. Kinyèda	Moriba Diabaté	
<b>Banamba</b>	27. Badougourébou	Bassidiki Dramé	
	28. Bougounina	N'Golo Diarra	
	29. Senzéna	Amadou Berthé	
	30. Kolondialan	Sory Fofana	

## **Paludisme sévère en milieu hospitalier de Bamako (Centre Hospitalier Mère - Enfant : Le « Luxembourg »): Diversité et masse allotypique du Merozoite Surface Protein- 1 de *Plasmodium falciparum***

BAGAYOKO M.W.,<sup>1</sup> KOITA O.<sup>1</sup>, TRAORE O.<sup>1</sup>, KALOGA M.<sup>1</sup>, BAGAYOKO D.<sup>2</sup>; MAHAMADOU I.<sup>1</sup>; TRAORE S.<sup>2</sup>; SANGO H.<sup>3</sup>; COLBORN J.<sup>4</sup>; KROSGTAD D J.<sup>4</sup>

### **Résumé:**

Cette étude longitudinale a été menée à Bamako (milieu urbain) dans un centre hospitalier (CHME) durant une année d'octobre 2000 à septembre 2001 sur le *Plasmodium falciparum*. Le *P. falciparum* est le parasite qui cause plus de dommage que les autres agents infectieux (*P. vivax*, *P. ovale*, et *P. malariae*), et est responsable des formes les plus graves du paludisme. C'est ainsi que nous avons effectué une étude sur la diversité et la masse allotypique des allèles de la MSP-1 de *P. falciparum*. Dans cette étude, nous avons utilisé la technique de la Polymerase Chain Reaction Quantitative (PCR Quantitative ou en Temps Réel) qui permet de quantifier la masse génomique de chaque parasite au cours de la maladie. Ainsi, nous avons testé cette approche en milieu hospitalier urbain de Bamako.

L'infection à *P. falciparum* présente une plus grande variabilité des souches infectantes. Au terme de notre étude nous avons trouvé toutes les souches décrites à savoir le K1, MAD20, RO33 et l'hybride MAD20-RO33. Cette complexité de l'infection de *P. falciparum* rend difficile la corrélation entre la souche infectante et la physiopathologie de la maladie. A cet effet nous avons effectué une estimation de la masse allotypique de la souche infectante. Ce qui nous a permis dans les cas des infections mixtes, et suivant le degré d'évolution de la maladie; de déterminer la souche qui est probablement en cause. Au cours de cette étude, nous avons observé que la souche RO33 est beaucoup plus impliquée dans les infections graves à *P. falciparum* tandis que MAD20 est associée l'hypoglycémie chez les malades du paludisme; quant à K1, elle est plus associée à l'anémie. La variation de la masse de l'allotype RO33 dans les différents types d'infection de la maladie, nous fait dire que c'est la souche qui est plus à la cause des manifestations cérébrales.

**Mots clés :** Paludisme, sévère, masse allotypique, MSP-1

---

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée/Faculté des Sciences et des Techniques (FAST),

<sup>2</sup>Hôpital Mère Enfant le Luxembourg,

<sup>3</sup>Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie FMPOS,

<sup>4</sup>Tulane University, Department of Tropical Medicine and Center of Infectious Diseases New Orleans, LA.

### Summary:

This longitudinal study was conducted in Bamako (urban) in a hospital (CHME) during 1 year (from October 2000 to September 2001) on the *Plasmodium falciparum*. *Plasmodium falciparum* is the parasite that causes more damage than other infectious agents (*P. vivax*, *P. ovale* and *P. malariae*), and is responsible for the most serious forms of malaria. Thus, we conducted a study on diversity and mass allotypique alleles of the MSP-1 of *Plasmodium falciparum*. In this study, we used the technique of Quantitative Polymerase Chain Reaction (PCR Quantitative or real time) that can quantify the mass of each parasite genomics in disease. Thus, we tested this approach in urban hospital in Bamako.

The *P. falciparum* infection present more variability of infectious strains. At the end of our study we found all strains described namely K1, MAD20, RO33 and hybrid MAD20-RO33. This complexity of infection of *P. falciparum* makes difficult the correlation between parasite strain and pathophysiology of the disease. To this end we made an estimate of the mass allotypique strain of parasite. This has enabled us in the case of mixed infections, and depending on the degree of progression of the disease, determine the strain which is probably involved. During this study, we observed that the strain RO33 is much more involved in serious infections *P. falciparum* while MAD20 is associated hypoglycemia in patients of malaria, while K1, it is more associated with anemia. The variability of mass of allotype RO33 in different types of infection of the disease, we could tell that this strain is more the cause of brain events.

**Keywords:** Malaria, severe, mass allotypique, MSP-1

### INTRODUCTION

Le Paludisme est une érythrocytopathie fébrile due à un protozoaire du sang (hématozoaire) de genre plasmodium, transmis par la piqûre infestante d'un vecteur hématophage, l'anophèle femelle. Le paludisme constitue un problème majeur de santé publique dans la zone intertropicale, et plus particulièrement en Afrique au Sud du Sahara. L'OMS estime que 200 à 300 millions de personnes vivent dans les zones où le paludisme sévit, avec 1,5 à 2,7 millions de décès par an (OMS, 1996). Au Mali, le paludisme serait responsable de 14 à 20% de mortalité juvénile-infantile (Dumbo *et al.*, 1989). Il faut noter que 36% des fièvres sont d'origine palustre chez les enfants de moins de 10 ans pendant la saison des pluies, et 12 à 15% des hospitalisations des adultes sont dues au paludisme au Mali (Haidara, 1989). L'espèce *Plasmodium falciparum* prédomine avec 85 - 90% de la formule parasitaire, suivie des espèces *Plasmodium malariae* (10 à 14%); *Plasmodium ovale* (1%), et un cas de *Plasmodium vivax* au Nord (Koita, 1988).

De nombreuses études ont montré que la majorité des cas de paludisme humain consiste en des infections mixtes de souches de la même espèce plasmodiale (Day *et al.*, 1992; Babiker *et al.*, 1994; Koita *et al.*, 2000;). Ainsi le mode de transmission du paludisme dans les conditions naturelles impliquerait une hétérogénéité génétique de souche de *Plasmodium falciparum* qui est perceptible par la différence de sensibilité ou de résistance aux antimalariques, la différence antigénique (Fruh *et al.*, 1991, Tolle *et al.*, 1993). En effet, les nouvelles techniques de la biologie moléculaire ont ouvert des nouvelles perspectives dans l'étude de la complexité biologique du parasite non seulement chez l'homme, mais aussi bien chez le moustique vecteur. C'est ainsi que le séquençage des gènes de MSP-1 provenant d'isolats d'origine géographique différente a permis d'identifier chez les malades trois génotypes de *Plasmodium falciparum* (3 génotypes de MSP-1). Il s'agit du génotype K1 mis en évidence en Thaïlande dans le village de Karnjanaburi (Stunneberg *et al.*, 1985), le MAD20 à Madang en Papouasie Nouvelle Guinée (Tanabe *et al.*, 1987), le RO33 au Ghana (Certa *et al.*, 1987) ; Récemment une forme hybride entre le MAD20 et le RO33 a été mise en évidence au Mali, (Koita, 2000).

Ce polymorphisme génétique serait à la base de la difficulté de mise au point de vaccin antipaludique, et de l'accroissement du répertoire antigénique (Koita, 2000). En dépit de cette différence, nous pensons que des hypothèses comme celle qui stipule que le parasite qui devient dominant est associé à la maladie. Jusqu'à présent, aucune étude n'a été faite dans ce sens pour tester cette hypothèse.

## METHODOLOGIE

### Site de l'étude :

Notre étude a été effectuée au Centre Hospitalier Mère - Enfant (CHME) le "Luxembourg" de Bamako. L'Hôpital Mère - Enfant est situé au pied de la colline d'Hamdallaye en Commune IV.

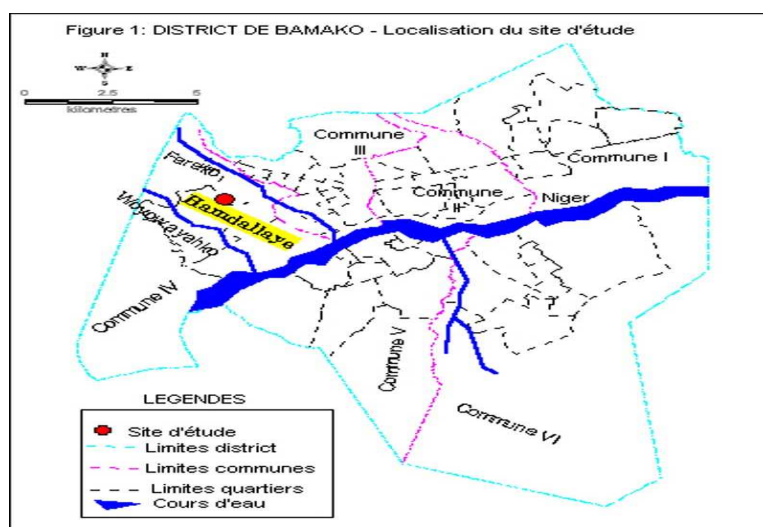
L'étude s'est déroulée du mois d'Octobre 2000 au mois de Septembre 2001. Il s'agissait d'une étude longitudinale qui nous a permis de couvrir toute l'année de transmission du paludisme.

### Population d'étude :

La population d'étude était constituée des patients en consultation au CHME et les enfants de la famille du malade (témoin) remplissant les critères d'inclusion et qui ont adhéré librement à l'étude après obtention de leur consentement éclairé. Nous avons inclus tous les patients venant se faire consulter pour le paludisme.

Le médecin traitant procédait par une consultation générale du patient. Au cours de cette consultation les paramètres comme la fièvre (température axillaire), la rate, la pâleur conjonctivale et l'état général du patient étaient évalués.

La méthode de Hackett (OMS, 1963) était utilisée pour apprécier la grosseur de la rate. La goutte épaisse et le ParaSight™F étaient les techniques de diagnostic utilisées pour la confirmation d'une infection palustre. En cas de positivité de la goutte épaisse, les techniciens procédaient à un prélèvement veineux sur tubes héparinés (examens hématologiques), sur tube sec de 1,5 ml (étude du sérum), et sur papier filtre (étude moléculaire). Chaque malade était attesté d'une fiche (ou questionnaire) sur laquelle figurent toutes les données cliniques, biologiques et socio-démographiques (voir questionnaire en annexe). Après séchage, les papiers filtres sont acheminés au Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée à la FAST où s'effectuait le traitement biologique des échantillons de confettis, c'est à dire l'extraction de l'ADN, l'amplification pour le génotypage et l'électrophorèse des amplifiats



Nous avons utilisé la PCR pour déterminer le génotype de *Plasmodium falciparum* au niveau des patients. La QPCR (Quantitative PCR) a été utilisée pour estimer le nombre de copie de chaque allotype du gène de la MSP-

1. Pour augmenter la sensibilité de la technique pour les faibles parasitémiés, nous avons utilisé la PCR dite nichée (Nested PCR). Pour cela, une paire d'amorce universelle (MSP-1), non polymorphique et s'hybridant au niveau des blocs 1 et 5 a été réalisée au USA (Koita, 2000).

Les produits amplifiés ont été logés dans les puits du gel d'agarose à 2% en présence du marqueur moléculaire VI (Boehringer Mannheim, Indiannapolis, IN).

Pour la quantification des gènes, les amorces spécifiques K1, MAD20, RO33 étant rendues fluorescentes par Hex, FAM, Texas Red respectivement; et des sondes moléculaires complémentaires des séquences internes de chaque allotype ont été réalisées. Un témoin dont la masse génomique est connue a été utilisé. Ce témoin a été amplifié en utilisant la paire d'amorces EBA-1 (Erythrocyte Binding Antigen-1) de *P. falciparum* et couplée à des fluorophores.

### Traitement des données

Toutes les données ont été traitées par les programmes : Microsoft Excel, SPSS, et Epi-info. Les tests statistiques utilisés sont : Chi carré, le test de Fischer, Levens test (test d'indépendance), la corrélation de Pearson. La probabilité  $p < 0,05$  a été considérée comme seuil de signification statistique.

**Tableau 1** : Les séquences des amorces pour la QPCR et leurs marqueurs fluorescents (TaqMan)

	Fluorescence	Marqueur	Température	GC%	Séquence
K1	Hex	Dabcyl	54,9°C	44,0%	AAGTGGTACAAGTCCATCATCTCGT
MAD20	Fam	Dabcyl	60,5°C	44,4%	TGCTTCAGGTGGTTCAGGTAATTCAAG
RO33	TexasRed	Black Hole Quencher2	51,5°C	52,2%	AGGTACTGTAGCACCTGGAGGTA
HYBRIDE	CYTM5	Black Hole Quencher3	54,2°C	50,0%	TGGTTCAGGTGCTACAGTACCTTC

Pour mieux comprendre la relation entre le paludisme et le génotype parasitaire en cause, nous avons fait la classification au niveau de notre population d'étude:

**-Groupe 1 (Sujets témoins)** : sujets présentant une parasitémie mais absence de signes et symptômes du paludisme.

**-Groupe 2 (Sujets avec Paludisme simple)**: sujets parasités présentant des signes et symptômes mineurs du paludisme tels que les courbatures, l'anorexie, les malaises et les maux de tête.

**-Groupe 3 (Sujets présentant un Paludisme compliqué)**: sujets répondant à l'un de ces critères : 1] soit une forte fièvre (une température supérieure ou égale à 39°C) ; 2] soit une anémie avec un taux d'hématocrite <30% ; 3] soit une parasitémie supérieure ou égale à 100.000 parasites/mm<sup>3</sup>. C'est le groupe de patient ayant des symptômes nécessitant une hospitalisation.

**-Groupe 4 (sujets présentant le paludisme cérébral)**: sujets parasités présentant des signes neurologiques tels que le coma et la convulsion.

### Considération Ethique

Les patients enrôlés dans cette étude ont été informés du protocole. Le consentement éclairé a été obtenu et signé soit du patient, soit de ses parents. Le protocole de cette étude a reçu l'approbation du comité d'éthique de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie. Les patients faisant partie de l'étude ont tous reçu la gratuité pour les frais d'analyse, et des dons de médicaments.



## RESULTATS

Notre étude a conduit à des résultats où nous avons comparé des groupes de sujets présentant les différents états cliniques du paludisme et étudié la clonalité de l'espèce *P. falciparum*. En plus de la densité parasitaire, nous avons estimé le nombre de copies de chaque allotype associé à l'infection palustre ou la maladie. Notre population était composée des 2 sexes avec une prédominance de garçons de l'ordre de 56% (sex ratio 1,30, figure 2). Les enfants entre 6 à 11 ans d'âge étaient les plus nombreux avec plus de 35% (57/163), suivis des enfants entre 2 à 5 ans avec 28,2% (46/163), par contre c'est la classe d'âge entre 12 et 17 ans qui est la moins représentée avec 12,3% (20/163, figure 3).

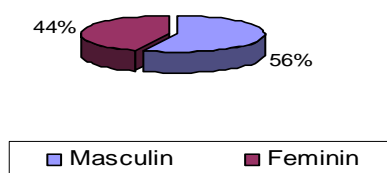
La saisonnalité de l'infection est remarquable au cours de notre étude, en effet, une augmentation de cas de paludisme est observée dès le mois de Juillet avec le pic vers la fin de l'hivernage en Octobre (figure 4) avec 90 cas de paludisme sur 519 malades sur les 12 mois de l'étude. Nous notons que des cas de paludisme ont été aussi enregistrés durant la saison sèche avec le nombre de cas allant de 15 à 63 (figure 4).

L'observation clinique a permis de préciser que la fièvre (89,60%), les vomissements (52,10%) et la pâleur conjonctivale (31,90%) étaient les signes les plus fréquents. La fréquence du coma était environ 5%. La rate était palpable chez 1,80 % des sujets consultés (Figure 5).

Sur les 163 sujets consultés au niveau de l'hôpital Mère – Enfant, 78 sujets avaient un paludisme compliqué soit 47,8% (groupe 3), 63 présentaient un paludisme simple (Groupe 2) et enfin la prévalence du neuropaludisme ou paludisme cérébral était de 8% (13/163). Les sujets avec le paludisme simple (sujets parasitémiqes asymptomatiques) étaient au nombre de 9 soit 5,5% (Tableau 2). La relation entre les 4 groupes de sujets et les variables cliniques comme la glycémie, la température et la clonalité de l'infection plasmodiale a été faite. C'est ainsi que nous avons observé une variation statistiquement significative entre la glycémie et les groupes (test de Fisher,  $p = 0,013$ ). L'hypoglycémie était beaucoup plus fréquente chez les sujets présentant les symptômes de l'infection palustre (tableau 2), et cette observation était valable pour la température (test de Fisher,  $p = 0,001$ ). La fréquence de l'allotype K1 était élevée au cours du paludisme compliqué (48/91) suivie de l'allotype RO33 (36/86). Cette distribution était statistiquement significative ( $p = 0,05$ ). Au cours du paludisme compliqué et le neuropaludisme, RO33 serait l'allotype le plus fréquent ( $p = 0,011$ ). Une analyse statistique plus fine de la relation entre spécifique allotype et différents paramètres cliniques et biologiques a permis (tableau 3), de montrer qu'il y a une association statistiquement significative (test de corrélation de Pearson,  $p = 0,019$ ) entre la présence de l'allotype RO33 et la coma chez nos patients. Il en était de même entre l'hybride MAD20-RO33 et la température (test de corrélation de Pearson,  $p = 0,035$ ).

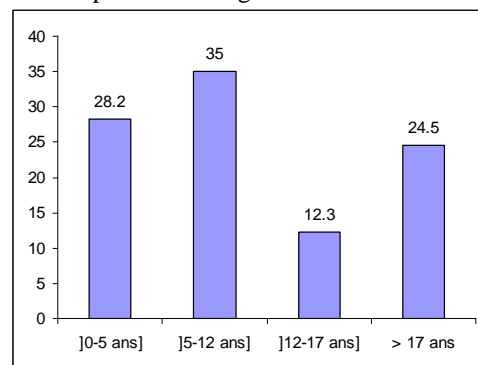
Si la PCR classique nous a permis d'identifier les allotypes K1, MAD20, RO33 et l'hybride MAD20-RO33, la PCR quantitative a conduit l'estimation du nombre de copies de chacun de ces allotypes présents au cours du paludisme. C'est ainsi qu'en comparant le groupe de sujets asymptomatiques (paludisme simple) avec les sujets avec le paludisme compliqué et neurologique (Tableau 8), le nombre moyen de copie de l'allotype RO33 était statistiquement plus élevé chez le groupe paludisme compliqué et neurologique (Test t,  $p = 0,004$ ). En plus, la corrélation entre le nombre moyen de chaque allotype et les signes cliniques a été examinée (Tableau 9). Il y avait une relation statistiquement significative entre la glycémie et le nombre moyen de copie de l'allotype de MAD20 ( $t = 3,00$  ;  $p = 0,004$ ). Il en était de même entre le nombre moyen de copie de l'allotype RO33 et la température ( $t = 3,87$  ;  $p = 0,000$ ).

**Figure 2:** Distribution de la population d'étude en fonction du genre

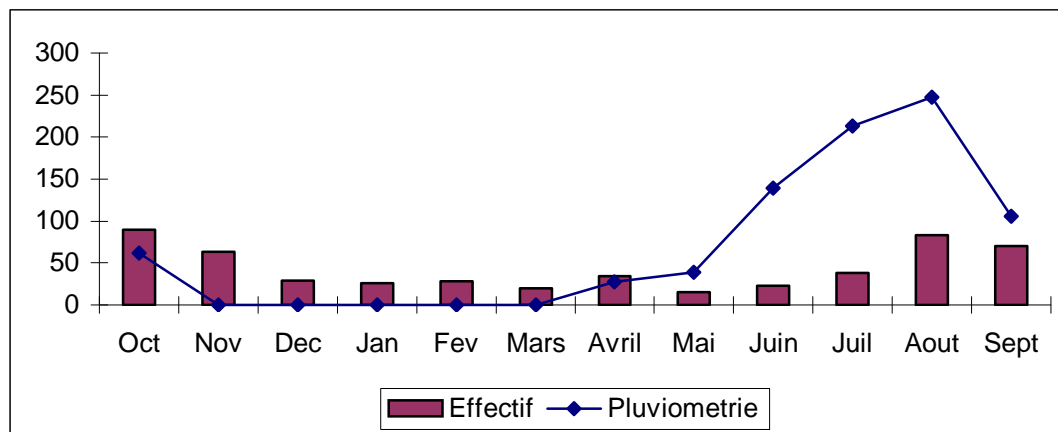


Il y avait plus d'enfant de sexe masculin que d'enfants de sexe féminin. Sexe ratio = 1,30 en faveur du sexe masculin

**Figure 3 :** Distribution de la population d'étude par classe d'âge.



La classe d'âge de 5 à 12 ans représente 35% de l'effectif, alors que la classe d'âge de 12 à 17 ans représente l'effectif le plus faible avec 12,3%.



**Figure 4 :** Fréquence du paludisme (GE positive à *P falciparum*) au cours de l'étude au CHME en fonction de la pluviométrie.

Nous constatons une variation dans le même sens de la prévalence du paludisme en fonction de la pluviométrie. C'est au mois d'Août que nous observons le pic de maladie.

**Tableau 2 :** Description du type d'infection palustre avec les variables cliniques et moléculaires

Type d'infection palustre	Fréquence		Hypoglycémie	Glycémie			Température			Allotypes MSP-1	
	Effectif	%		Normale	T $\leq$ 37,5	T>37,5	K1	Mad20		RO33	Hybride
Paludisme infection	9	5,5	1	7	6	3	5	2		9	1
Paludisme simple	63	38,7	10	47	8	55	32	25		37	3
Paludisme compliqué	78	47,8	10	56	1	77	48	29		36	14
Neuropaludisme	13	8	7	5	2	11	6	6		4	1

Test Fischer 0,013

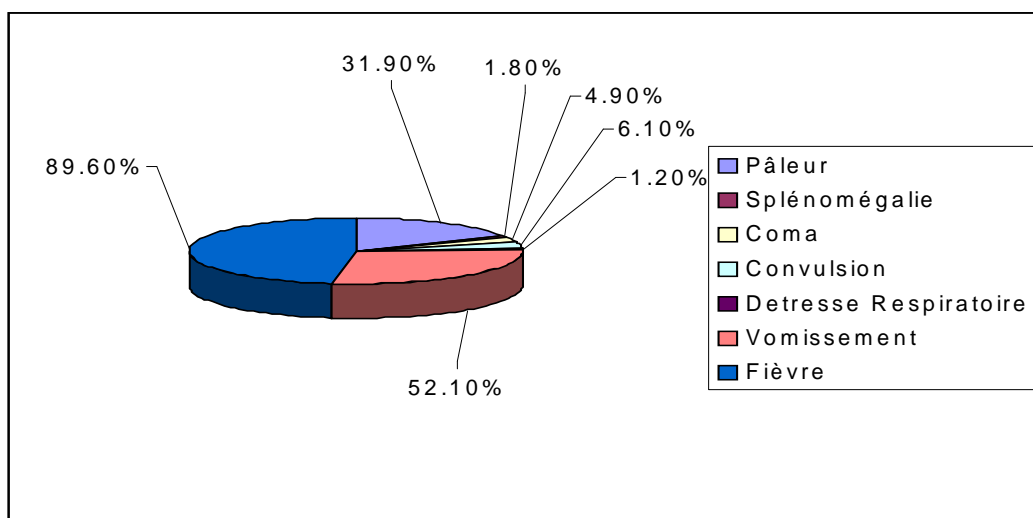
Test Fischer 0,0001

Les patients présentant un paludisme compliqué sont plus nombreux avec 78/163 soit 47,9%.

Ce tableau montre une variation statistiquement significative entre la glycémie et les types d'infection du paludisme (*Test de Fisher p = 0,013*).

Ce tableau montre aussi une variation statistiquement significative entre la température et les différents types d'infection du paludisme (*Test de Fisher p=0,0001*).

L'allotype K1 est le plus représenté dans le paludisme compliqué (48), suivi de l'allotype RO33 (36). La distribution de l'allotype RO33 suit une variation statistiquement significative  $p = 0,005$ . Cette même distribution de RO33 est significative entre le paludisme compliqué et le neuropaludisme,  $t = 2,98$ ,  $p = 0,011$ .



**Figure 5:** Fréquence des signes cliniques chez les enfants malades du paludisme dans notre étude.

La fièvre est le signe le plus fréquent avec 89,6% d'apparition chez les malades, suivi de vomissement (52,10%) et de pâleur (31,90%).

**Tableau 3:** Corrélation entre les allotypes de la MSP-1 et les signes cliniques de sévérité.

Allotype/PCR	Température	Coma	Convulsion	Hb	Hte	Glycémie
<b>K1</b>						
Correlation de Pearson	0.122	-0.098	0.017	-0.141	-0.093	0.09
Probabilité (P)	0.121	0.215	0.827	0.082	0.255	0.285
<b>MAD20</b>						
Correlation de Pearson	-0.02	-0.001	0.033	-0.078	-0.108	0.016
Probabilité (P)	0.804	0.991	0.677	0.337	0.186	0.847
<b>RO33</b>						
Correlation de Pearson	-0.1	<u>-0.183</u>	-0.065	0.127	0.135	0.066
Probabilité (P)	0.206	<u>0.019</u>	0.407	0.118	0.098	0.435
<b>Hybride MR</b>						
Correlation de Pearson	<u>0.164</u>	-0.006	-0.022	-0.061	-0.051	0.026
Probabilité (P)	<u>0.037</u>	0.944	0.781	0.459	0.529	0.758

Hb= Hémoglobine, Hte= hématocrite

Nous avons observé que la présence de l'allotype RO33 est en relation avec le signe coma d'une manière statistiquement significative ( $p = 0,019$ ), tandis que l'allotype hybride MAD20-RO33 est liée à la température ( $p = 0,037$ ).

**Tableau 4 :** Test d'indépendance entre les types d'infection palustre en fonction du nombre de copie des allotypes K1, Mad 20 et de RO33 par la PCR quantitative.

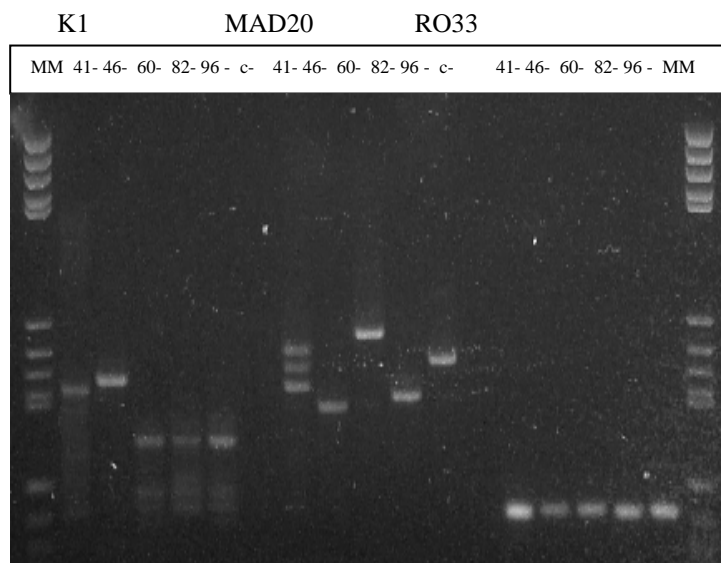
Nombre de Copie de l'allotype	Valeur (t)	df	p	IC
<b>Allotype K1</b>				
Paludisme infection-paludisme simple	0,229	22	0,821	[-1,83 ; 2,3]
Paludisme infection –Paludisme compliqué	0,187	25	0,853	[-1,44 ; 1,73]
Paludisme infection –Neuropaludisme	0,523	9	0,612	[-3,2 ; 5,13]
Paludisme Simple- Paludisme compliqué	0,167	33	0,868	[-1,12 ; 0,95]
Paludisme Simple-Neuropaludisme	0,642	17	0,529	[-1,68 ; 3,16]
Paludisme Compliqué-Neuropaludisme	1,228	20	0,234	[-0,57 ; 2,22]
<b>Allotype MAD 20</b>				
Paludisme infection-paludisme simple	1,24	22	0,314	[-0,23 ; 2,08]
Paludisme infection –Paludisme compliqué	1,131	24	0,269	[-0,45 ; 1,55]
Paludisme infection –Neuropaludisme	-0,637	11	0,537	[-1,92 ; 1,06]
Paludisme Simple- Paludisme compliqué	-1,44	29	0,159	[-1,33 ; 0,22]
Paludisme Simple-Neuropaludisme	-2,988	16	0,009*	[-2,62 ; -0,44]
Paludisme Compliqué-Neuropaludisme	-1,68	19	0,108	[-2,2 ; 0,23]
<b>Allotype RO33</b>				
Paludisme infection-paludisme simple	0,914	24	0,563	[-0,26 ; 0,17]
Paludisme infection –Paludisme compliqué	-2,9	28	0,007*	[-2,33 ; -0,4]
Paludisme infection –Neuropaludisme	-0,433	12	0,673	[-1,43 ; 0,95]
Paludisme Simple- Paludisme compliqué	-3	38	0,005*	[-1,51 ; -0,29]
Paludisme Simple-Neuropaludisme	0,825	22	0,418	[-0,34 ; 0,8]
Paludisme Compliqué-Neuropaludisme	2,98	12	0,011*	[-0,02 ; 2,29]

On ne trouve pas de variation significative entre les types d'infections palustre et l'allotype K1

df= degré de différenciation , IC= intervalle de confiance

Par contre l'allotype MAD20 présente une variation significative entre les infections simples et le neuropaludisme  $p = 0.009$ , et entre témoin et simple,  $p = 0,03$ .

L'allotype RO33 présente une variation significative entre les témoins et les cas compliqués  $p = 0.007$ ; entre les simples et les compliqués  $p = 0,005$  ; entre compliqué et Neuropaludisme  $p = 0,011$ .



**Figure 6** : Gel de quelques cas de neuropaludisme K1, MAD20 et RO33

**Tableau 5: Taille des bandes observées sur la figure ci dessus :**

Allèles	N° échantillon				
	41	46	60	82	96
K1	197	206	158	158	157
MAD20	238	183	256	191	228
	220				
	200				
RO33	107	108	108	107	107

Sur le gel ci-dessus, nous avons le profil migratoire de parasites isolés sur 5 patients avec signes neurologiques. Le premier et le dernier puits représentent le marqueur VI servant de standard. Les 6 premiers puits après le marqueur représentent l'amplification des patients 41, 46, 60, 82, 96 plus le contrôle négatif par les amorces de K1.

Nous remarquons que les patients 60,82 et 96 présentent des amplifiats de même poids moléculaire (même taille environ 158 paires de base), tandis que les amplifiats obtenus des patients 41 et 46 sont différents selon leur poids moléculaire (197 contre 206. Nous avons remarqué une grande variabilité parmi les amplifiats MAD20 obtenus des patients (puits 8, 9, 10 ,11). En revanche les amplifiats obtenus des amorces de RO33 présentent le même poids moléculaire (108 pb).

**Tableau 6:** Masses génomiques des allotypes observés sur le gel ci dessus.

N° ID	Masse K1	Masse MAD20	Masse RO33
41	3227.884	6552.75253	129.6976
46	12689.61	0	4.496355
60	0	15162.59527	6.336471
82	0	1008.424754	17.73406
96	60.9228236	6143.231	5.157691

**Tableau7 :** Comparaison des moyennes du nombre de copie des Allotypes de la MSP-1 dans les deux groupes.

Allotypes	Nombre de moyen copie Groupe 1	Nombre de moyen copie Groupe 2
K1	47264735	33020
MAD20	10740	3035
RO33	92	3064

Groupe1 représente les patients asymptomatiques (infection palustre) plus ceux ayant des signes mineurs. Le groupe 2 représente les patients ayant des signes biologiques sévères et neurologiques. Nous avons observé que le nombre moyen de copie de RO33 est largement plus élevé chez le groupe 2 que dans le groupe 1.

**Tableau7 :** Comparaison des moyennes du nombre de copie des Allotypes de la MSP-1 dans les deux groupes.

Le Groupe1 représente les patients asymptomatiques (infection palustre) plus ceux ayant des signes mineurs. Le groupe 2 représente les patients ayant des signes biologiques sévères et neurologiques.

Nous avons observé que le nombre moyen de copie de RO33 est largement plus élevé chez le groupe 2 que dans le groupe 1.

Allotypes	Nombre de moyen copie	
	Groupe 1	Groupe 2
K1	47264735 ± 1203	33020 ± 432
MAD20	10740 ± 324	3035 ± 92
RO33	92 ± 13	3064 ± 98

Nous avons estimé le nombre de copie de chaque amplifiat. Par exemple, la taille des amplifiats de RO33 étant la même, nous avons déterminé la masse génomique de chaque amplifiat. Ces masses varient de 4 à 129 copies.

Nous n'avons pas obtenu de fluorescence dans certains cas (nombre de copie non déterminé), alors que les produits ont été amplifiés. Il s'agit des échantillons 60 et 82 pour l'amplification de K1; le 46 pour l'amplification de RO33. Ceci pourrait être expliqué par un défaut de reconnaissance de la matrice d'ADN, par les amorces.

Tableau 8: Variation des moyennes du nombre de copie entre les deux groupes de paludisme.

	Type d'infection	Nombre	Moyenne en Log à base de 10	t	p	Intervalle de confiance		Ecart type
K1	Groupe 1	24	3,9478	0,200	0,842	-0,94	1,15	2,26550
	Groupe 2	22	3,8440					1,09315
MAD20	Groupe 1	23	2,5942	0,885	0,381	-1,01	0,39	1,21194
	Groupe 2	21	2,9022					1,09544
RO33	Groupe 1	28	1,1842	<b>3,013</b>	<b>0,004</b>	-1,39	-0,27	0,78521
	Groupe 2	26	2,0214					1,19791

t=test de Levens, p=probabilité

Nous avons observé une variation statistiquement significative du nombre de copie de l'allotype RO33 entre les deux groupes (1 et 2), Test t = 3,013 p = 0,004.

**Tableau 9:** Test d'indépendance entre le nombre de copie des allotypes de la MSP-1 et les paramètres de sévérité du paludisme.

Allotype Nombre de copie	Température		Hématocrite		Hémoglobine		Glycémie	
	t	P	t	P	t	P	t	P
K1	0,39	0,69	0,28	0,77	<b>2,42</b>	<b>0,019</b>	1,31	0,19
MAD20	1,19	0,23	0,38	0,69	<b>2,27</b>	<b>0,028</b>	<b>3,00</b>	<b>0,004</b>
RO33	<b>3,87</b>	<b>0,000</b>	0,07	0,94	0,48	0,62	0,67	0,50

**Légende: t= test de Levens, P= probabilité.**

Nous avons observé à travers ce tableau des relations statistiquement significatives :

Une relation variant inversement entre K1 et le taux d'hémoglobine,  $t = 2,42$   $p = 0,019$ . Une relation inversement entre le MAD20 et le taux d'hémoglobine,  $t = 2,27$  et  $p = 0,028$  ; par contre celle de la glycémie varie directement avec Mad 20;  $t = 3,00$   $p = 0,004$ . Une relation directe a été constatée entre le RO33 et la température,  $t = 3,87$   $p = 0,000$ .

## *DISCUSSION*

Les méthodes d'étude nous ont permis plus particulièrement de voir de manière spécifique la physiopathologie du paludisme en fonction des allotypes de la MSP-1. Nous avons exploré par les paramètres hématologiques et biochimiques liés à l'hôte, et aussi par des techniques classiques et modernes pour discriminer les souches plasmodiales au niveau des patients. Ainsi nous avons pu identifier les allotypes et estimer le nombre de copie les souches parasitaires afin de pouvoir déterminer la souche la plus virulente en cas d'infection polyclonale. Le fait d'utiliser la PCR classique et la PCRQ nous a permis d'ajouter une nouvelle dimension à l'usage des techniques pour la compréhension des aspects moléculaires de l'épidémiologie du paludisme.

*Concernant l'échantillon analysé par les méthodes de la biologie moléculaire, nous avons eu un sexe ratio de 1,30 en faveur du sexe masculin, avec 56,44% des hommes contre 43,56% des femmes. Les enfants de moins de 10 ans représentaient 55,83% (91/163). La fréquence du neuropaludisme au cours de notre étude était de 8% (13/163), dont 61,54% soit (8/13) est observée chez les enfants de moins de 10 ans. Ce taux est conforme à celui trouvé par TALL *et al* (60,26%) à Bobo Dioulasso en 1995 chez les enfants de moins de 10 ans.*

Sur les 163 patients cliniquement malades (fièvre, pâleur, vomissement etc..), six avaient la goutte épaisse négative et la PCR positive. Ce qui montre la plus grande sensibilité de la PCR par rapport à la GE. Par contre 3 échantillons positifs à la GE se sont révélés négatifs à la PCR. Ce phénomène peut être expliqué par :

- une absence de l'ADN après l'extraction du matériel génétique par la technique du chelex-100.
- la non-reconnaissance de l'ADN par nos amorces usuelles, qui peut être due à une mutation ponctuelle au niveau des sites d'insertion de ces dernières. Cette éventualité doit être prise en compte.

Au cours de l'étude, la parasitémie moyenne a été de 22250 parasites/mm<sup>3</sup> de sang. Les parasitémies les plus élevées étaient observées au mois d'octobre et de novembre avec plus de 100000 parasites /mm<sup>3</sup> de sang.

Parmi les 258 allotypes nous avons eu une fréquence élevée de K1 (35,27%), suivi de RO33 (33,33%), de MAD20 (24,03%) et en fin de l'hybride MAD20-RO33 (7,36%). Nous avons observé une fréquence élevée de l'allotype K1 presque tout au cours de l'étude. L'allotype K1 est le plus polymorphique tandis que le RO33 est monospécifique. Tous les allotypes retrouvés au cours de l'étude sont polymorphiques, sauf le RO33 qui conserve le même profil génétique. Nous avons trouvé que 8,59% des patients étaient infectés simultanément par les trois allotypes. Ainsi, l'infection apparaît plus polyclonale chez les populations rurales. Amed a trouvé qu'à Bancoumana que plus de 67% des sujets étaient simultanément infectés par les 3 allotypes (Ouattara A, 1998).

Les hommes étaient infectés par 60,70% des allotypes contre 39,70% pour les femmes. La fréquence d'infection des hommes par les allotypes K1, MAD20, RO33 et l'hybride était de 62,64 %; 53,22% ; 58,14% ; 36,84% respectivement contre 37,36% ; 48,78% ; 41,86% et 63,16% pour des femmes. Sauf la forme hybride qui était beaucoup plus fréquente chez le sexe féminin avec 63,16% contre 36,84% pour le sexe masculin. Cette plus grande infectiosité des hommes par le parasite serait probablement due à une plus grande exposition aux piqûres de l'anophèle (plus noctambules que les femmes).

Nous constatons une augmentation de la copie de des allotypes ( RO33, l'hybride MAD20-RO33) peut influencer la fièvre,  $t = 3,85$ ,  $p = 0,0003$ . Par ailleurs, Robert *et al* 1996 ont associé l'allotype RO33 à la fièvre et à un taux élevé de TNF $\alpha$  (Tumor Necrosis Factor)

L'anémie était de 28,29%, ce taux est supérieur à celui trouvé par NIAMBELE B (8,20%) au Gabriell Touré en 1998 à Bamako. Par contre Sanga P *et al*, 1991 ont trouvé un taux de 42,4% d'anémie chez les enfants à Brazzaville. Il y avait une relation significative entre l'anémie (taux d'hémoglobine) et le nombre de copie des allotypes K1 et MAD20. Le nombre de copie de K1 et de MAD20 variait inversement avec l'anémie. C'est à dire quand le nombre de copie de K1 ou MAD20 augmente, l'anémie est sévère. Les valeurs du test (t) respectives sont de 2,42 et 2,27 avec ( $p=0,019$  et  $0,02$ ).

Les signes neurologiques (coma et convulsion) étaient de 8%, ce qui est pratiquement similaire à celui de TALL *et al* (10,4%) à Bobo-Dioulasso, et de NIAMBELE (10,4%) à Bamako. Nous avons observé une relation significative entre les allotypes RO33, MAD20 et le coma, mais inversement. On a observé aussi une variation significative du nombre de copie de RO33 avec les différents types d'infection palustre  $p = 0,004$ , (tableaux 8).

*La variation de MAD20 est significative entre le paludisme simple et le neuropaludisme, ( $t=-2,988$   $p = 0,0009$ ) (tableau 4).*

La variation de RO33 est significative entre le paludisme compliqué et le neuropaludisme, ( $t = 2,98$   $p = 0,011$ ) (tableau 4). On constate que l'allotype RO33 *influt* beaucoup dans la physiopathologie du paludisme à infection *P. falciparum*. Par contre nous avons constaté que le nombre de copie de l'allotype RO33 est plus élevé chez les patients ayant développé le paludisme compliqué que ceux faisant le neuropaludisme.

L'hypoglycémie était de 19,58% et sa variation en fonction du type d'infection palustre était significative avec  $p < 0,01$ . De même, on a observé une variation significative entre les allotypes spécifiques et l'hypoglycémie,  $p < 0,05$ . L'allotype MAD20 occupait aussi 45,45% de ces infections. Le nombre de copie de MAD20 variait directement avec la glycémie ( $t=3,85$   $p=0,0003$ ). L'augmentation du nombre de copie de MAD20 peut ou pas diminuer la glycémie chez les malades.

Après avoir formés 2 groupes de patients avec notre population d'étude (groupe 1 étant l'ensemble des patients avec paludisme simple et le groupe 2, l'ensemble des patients avec paludisme sévère), Nous observé que le

groupe de patients ayant développé le paludisme grave avait un nombre important de copies du génotype RO33. La comparaison des 2 groupes (paludisme simple et paludisme grave) nous pousse à croire à l'hypothèse que nous avons formulée pour cette étude, c'est à dire que la souche qui devient dominante, cause les manifestations cliniques de la maladie. C'est pour la première fois que la PCRQ est utilisée pour tester cette hypothèse.

## *Conclusion*

Au terme de cette étude nous pouvons dire que les trois allotypes décrits par Tanabé *et al* existent en milieu hospitalier de Bamako, plus la forme hybride. Cette observation témoigne de la complexité de l'infection palustre. Nous avons constaté que 53,99% de nos patients étaient porteurs de plus d'une souche de parasite. L'infection monospécifique des trois souches individuellement montre qu'elles sont toutes virulentes. Cette étude montre de plus que le paludisme est une maladie complexe, la dynamique de la maladie diffère selon la souche plasmodiale (génotype) en cause. Ainsi, notre étude a démontré que :

- ✓ la fièvre est associée avec le nombre de copies de RO33
- ✓ le taux de l'hémoglobine est modulé par les génotypes K1 et MAD20,
- ✓ l'hypoglycémie est associée avec la présence du génotype MAD20
- ✓ le nombre de copies de RO33 est associé à la sévérité du paludisme

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- ▶ Babiker HA, Creasey AM, Bayoum RAL, Walliker D, Arnot.D. 1991. Genetic diversity of *P. falciparum* in a village in eastern Sudan drug resistance, molecular karyotypes and the mdr1 genotype of recent isolates. *Trans. Roy. Soc.Trop. Med. Hyg.*; 85:578-583
- ▶ Coulibaly M. Les urgences pédiatriques à l'Hôpital Gabriël Touré. Thèse Doctorat Med Bamako, 1998.
- ▶ CNRS: Variabilité génétique de *Plasmodium falciparum*, un obstacle pour éradiquer la malaria. Cnrspresse/n390
- ▶ Doumbo. O. 1992. Epidemiologie du paludisme au Mali. Etude de la chloroquino-resistance. Essai de strategie de contrôle basée sur l'utilisation des rideaux imprégnés de permethrine associé au traitement systématique des accès fébriles. Thèse de Doctorat Sciences Biologiques (Parasitologie, Pathologie, Ecologie) Montpellier.
- ▶ Day KP, Karmalis.F, Thompson.J, Barnes.DA, Peterson.C, Brown.H, Brown.GR, Kemp.DJ. 1993. Gene necessary for expression of virulence determinant and for transmission of *P.falciparum* are located on a 0.3 megabase region of chromosome 9. *Proc. Natl Acad. Sci USA*. 90: 8292-8296.
- ▶ Diawara F, Contribution à l'étude des convulsion fébriles de l'enfant et du nourrisson à l'Hôpital Gabriël Touré. Thèse Doctorat, Med, Bamako, 1991.



- Fruh K, Doumbo O, Muller HM, McBride J, Crisanti A, Touré YT, Bujard H. (1991) Human antibody response to the major merozoite surface antigen of *P. falciparum* in strain and short-lived *Infect.Immun*: 1319-1324.
- Haidara SA. 1989. Place du paludisme dans les syndrômes fébriles en Medecine interne de L'hôpital du Point G. Thèse de Medecine, ENMP. BKO. Mali.
- Koita O, Gerone JL, Ouattara A, Diakité M, Poudiougou B, Diallo M, Doumbo O, Krogstad DJ. Natural history studies of *Plasmodium falciparum* infection in Mali, 2000.
- Niambélé MB : Caractéristiques épidémiologiques et distribution temporo-spatiale des formes graves et compliquées du paludisme. Thèse de Med 1999, Bamako Mali.
- OMS. Evaluation de l'efficacité thérapeutique des antipaludiques pour le traitement de *P. falciparum* non compliqué dans les regions de transmission élevée.
- Ouattara A, Diversité allotypique et morbidité palustre à *Plasmodium falciparum* à Bancoumana. Thèse de Pharm 1998. Bamako Mali.
- Poudiougou B. Epidémiologie du paludisme grave au Mali: intérêt clinique des anticorps anti-trap (Trombospondin Related-Anonymous Protein). Thèse de Doctorat, Med, Bamako, 1995.
- Sanga P, Betho V.M.F, et Nzingoula S. Les anémies palustres chez l'enfant à Brazzaville, 1991, 48-299-300
- Stunnenberg H, Bujard H. 1985. Polymorphism of the precursor for the surface antigen of *P.falciparum* merozoites: Study at the genetic level *EMBO. J.* 1985; 4: 3823-3829.
- Tanabe K, Mackey M, Goman M, Scaife J. 1987. Allelic dimorphic in a surface antigen gene of *P. falciparum*; *J. Mol. Biol* 1987: 195: 253-287.
- Tall F, Ouedrago JB, Toguyani D, Nacro B, Bonkougou PS, Nagalo K, Traoré HA, Traoré HE, et Guiguemdé TR. Paludisme grave et compliquée et chimiorésistance en milieu pédiatrique de Bobo-Dioulasso. 11<sup>ème</sup> congrès annuel APANF, Bko du 4 au 6 Déc 1997, 92.
- Toll R, Fruh K., Doumbo O, Koita O, N'Diaye M, Fisher A, Dietz K, Bujard H, 1993. A Prospective study of the association between the human humoral immune response to *P. falciparum* blood stage antigen gp 190 and control of malaral infections. *Infect & Immun*, 40-47.

**Remerciements à l'endroit de :**

- Tulane University, Tropical Medicine and Research Center (TMRC),
- Malaria Research and Training Center (MRTC),
- Programme Spécial des Maladies tropicales (Tropicales Diseases Research= TDR) de l'OMS/PNUD/Banque Mondiale et Rockefeller Foundation

## ÉTUDE DE LA GLYCÉMIE CHEZ LES ÉTUDIANTS DU CAMPUS UNIVERSITAIRE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE BAMAKO

GUINDO K.M.<sup>1</sup>, BAGAYOKO M.W.<sup>1</sup>, KONE M.<sup>2,3</sup>,

### Résumé

Notre étude s'est déroulée dans le District de Bamako, au campus universitaire de la FAST (Faculté des Sciences et Techniques) sur la colline de Badalabougou, dans le Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée. Les étudiants résidants au campus offrent une diversité ethnique sociale et culturelle. Ces étudiants qui y vivent sont venus de toutes les régions du Mali pour les études supérieures. Au Mali la prévalence chez les adultes varie de 0,5 à 3 %. Peu d'études ont été faites chez les jeunes sur le diabète de type 2, d'où la nécessité de notre étude chez les étudiants du campus universitaire de Bamako pour évaluer les facteurs de risque principaux, outre une nette participation de l'hérédité, soit l'avancement en âge, la prise de poids et la sédentarité (Fontbonne A et Simon D, 2001). L'étude a porté sur 254 sujets âgés de 17 à 29 ans. Les diagnostics de glycémie à jeun perturbée, d'obésité et de surpoids ont été posés selon les critères de l'OMS. Les paramètres anthropométriques ont été recueillis à travers un ensemble de questions posées aux participants. Aucune glycémie diabétique n'a été déterminée (0%), seulement 1 cas de glycémie à jeun perturbée a été enregistré (0,4 %). Mais selon la technique de mesure appliquée il a été noté 18 cas d'hyperglycémie (7,1 %). Il existe une corrélation bilatérale significative entre la glycémie et l'IMC ( $P=0,011$ ), le Poids ( $P=0,000$ ), le PA ( $P=0,000$ ), la consommation de sucreries et de pomme de terre ( $P=0,000$ ), le temps de marche ( $p=0,000$ ), le sexe ( $P = 0,000$ ). Onze pourcent (11%) des participants étaient en surpoids ou obèses. Les femmes (12 %) ont présenté plus de surpoids que les hommes (7,8 %). Plus de femmes (12%) ont présenté un risque élevé d'adiposité sous cutané abdominal que d'homme (1,6 %). Les troubles de la glycémie, l'obésité et le surpoids sont présents chez les jeunes adultes du campus de la FAST ainsi qu'un mode alimentaire changeant associé à la sédentarité.

**Mots clés :** Glycémie, glycémie à jeun perturbée, obésité, surpoids, sédentarité, endocrinologie.

- 
1. Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA), Faculté de Sciences et des Techniques (FAST), Université de Bamako, Mali.
  2. Centre Nationale des Œuvres Universitaires (CNOU), Université de Bamako, Mali.
  3. Faculté de Médecine Pharmacie et d'Odontostomatologie (FMPOS), Université de Bamako, Mali.

## Summary

The study was conducted in the District of Bamako, in the Laboratory of Applied Molecular Biology located in the campus of FAST (Faculty of Sciences and Technics) on the hill Badalabougou. The resident students on campus offer an ethnically diverse social and cultural. Those students who live there are from all regions of Mali for Graduate Studies. The prevalence of diabetes among adults is 0.5-3% in Mali. However, few studies have been done in type 2 diabetes among Malian populations. That is why we need to do this study among the FAST campus students of Bamako University to assess main risk factors beyond a net participation of heredity, are advancing in age, weight and physical inactivity (Fontbonne A et Simon D, 2001). We have studied 254 subjects aged from 17 to 29 years. The diagnoses of Impaired Fasting Glucose, obesity and overweight have been posed by the WHO<sup>2</sup> criteria. Anthropometric parameters have been collect by questionnaire submit to participant. No diabetic glycaemia has been determined (0%), only one (1) case of IFG has been recorded (0, 4%). But according to our technique measure applied, it has been noted 18 hyperglycemias cases (7, 1%). There are a significant correlation between glycaemia and BMI ( $P=0,011$ ), Weight ( $P=0,000$ ), PA ( $P=0,000$ ), sweets drink and potato consumption ( $P=0,000$ ), running time (0.000), sex ( $P = 0.000$ ). 11% of the participants were overweight or obese. The women (12%) have introduced more overweight than men (7, 8%). More women (12%) have introduced a high risk abdominal adiposity subcutaneous than men (1.6%). The disorders of the glycaemia (IFG), obesity and overweight are present to FAST campus young adults as well as a changing mode food associated with the sedentary nature.

**Keywords:** *Glycaemia, IFG, Obesity, Overweight, Sedentary.*

### 1. Introduction

Le diabète prend les proportions d'une épidémie dans le monde entier (Ntyonga et Nguemby, 1996). L'utilisation du terme épidémie pourrait s'expliquer par les perspectives de progression alarmantes du diabète de type 2 qui d'ailleurs n'est plus l'apanage des seuls pays développés. Sa prévalence mondiale était de 2,3% en 1998, elle devrait être proche de 3% en 2010 et dépasser 4% en 2025. Véritable problème de santé publique, c'est une maladie chronique caractérisée par une altération du métabolisme du glucose et des autres substrats énergétiques (Traité de médecine interne, 1997). Il constitue l'endocrinopathie la plus fréquente chez les jeunes (Bougneres et Couprie, 1990 ; Lestrade et Coll., 1981 ; Levy, 1995 ; Traité de médecine interne, 1997; Drabo et al. 1996 ; Lokrou A, 1994)).

Le type le plus fréquent de diabète est le type 2 (DT2), maladie longtemps asymptomatique, qui survient en général après une longue phase d'insulinorésistance et de désordres métaboliques. Ses facteurs de risque principaux, outre une nette participation de l'hérédité, sont l'avancement en âge, la prise de poids et la sédentarité (Fontbonne et Simon, 2001).

Un autre type de diabète, beaucoup plus rare, est le diabète de type 1 (DT1) qui est causé par une destruction auto-immune des cellules bêta du pancréas. S'il existe une susceptibilité génétique indéniable, l'apparition de la maladie nécessite la combinaison de divers facteurs environnementaux, certains enclenchant le processus auto-immun, d'autres précipitant son expression clinique (Fontbonne et Simon, 2001).

Le DT2 chez les jeunes est fréquent dans la population native Nord Américaine et touche environ 30% des nouveaux cas de diabètes dans la 2<sup>ème</sup> décennie de vie. Il est fréquent dans les populations minoritaires et est associé à l'obésité.

Parmi les élèves japonais, le DT2 est 7 fois plus fréquent que le type 1 ; son incidence a augmenté de plus de 30 fois dans les 20 dernières années concomitamment avec le changement de mode alimentaire et l'augmentation

des taux d'obésité (**Diabetes Care, 1999**).

Au Royaume Uni (RU), le diabète affecte **un** enfant sur **400** (**Diabetes Care, 1999**). Le type 1 reste la forme la plus courante. Toutefois, le DT2 devient fréquent dans la population infantile, en lien avec l'augmentation de l'obésité infantile.

Si la tendance actuelle de l'obésité des enfants continue (**Sara et Timothy, 2004**), il y aura de plus en plus de cas DT2 infantiles dans notre pays.

Le diabète de l'adulte s'est vu consacrer de nombreuses études tant en Afrique **Drabo et al, 1996; Lokrou, 1994 ; Mbandiuga et Monareka, 1994 ; Ntyonga et Nguemby, 1996; Sow, 1993** qu'au Mali **Berthé, 1987; Dembélé, 1982; Diakité, 1979 ; Sacko, 1981 ; Touré, 1997 ; Rouamba, 1986**.

Le diabète affiche une prévalence de **5 à 6 %** en Tanzanie (**Santé Diabète Mali, 2007**).

A l'instar des autres pays d'Afrique, la prévalence du diabète chez les adultes est de **0,5-3%** au Mali. L'étude de BESANCON.S citée dans Santé Diabète Mali confirme ces prévalences (**Santé Diabète Mali, 2007**). Elle était de 0,98 % en 1985 lors de l'enquête KBK (Kita, Bafoulabé, Keniéba), en l'absence d'études récentes cette prévalence estimée est voisine aujourd'hui de 2 %. Le diabète juvénile dans la tranche d'âge **0 à 15 ans** représente **1,54%** de l'ensemble des diabètes vu en diabétologie au service de médecine interne de l'hôpital national du Point « **G** » (**Liman, 1999**). Lors d'une enquête de dépistage réalisée par l'ONG « **Appui au développement SDM** » le 11 Mars 2006 à Sikasso, il ressort que **14%** des nouveaux cas de diabète était inconnu, dont **1,1%** et **2,2%** respectivement dans les tranches d'âge de **0-14 ans** et **14-25 ans** (**Santé Diabète Mali, 2007**). Cependant, peu d'étude reste dévolue au diabète juvénile auprès des populations maliennes.

L'émergence du DT2 dans la population jeune, dont la proportion dans la population mondiale croît parallèlement avec le surpoids et l'obésité, présente un sérieux problème de santé publique surtout pour les pays en voie de développement comme le Mali au mode alimentaire rapidement transitionnel. Les conséquences de cette épidémie seront très importantes lorsque ces jeunes deviendront adultes et développeront à long terme les complications du diabète.

Dès lors, au de là de l'absence de données sur la glycémie chez les jeunes adultes en milieu universitaire au Mali, il nous a paru intéressant de faire cette étude chez les étudiants du campus universitaire de la FAST dans le district de Bamako.

## **2. Méthodes et matériels**

Il s'agissait d'une étude pilote transversale à passage unique qui a consisté en une interview et une mesure de la glycémie du poids et de la taille chez les étudiants du campus universitaire de la FAST de Bamako. L'enquête s'est déroulée sur une période de deux mois de Juin à Juillet 2007. Nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire. Chaque étudiant a été retenu sur la seule base de son consentement verbal sans parité de sexe.

Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire remis au moins 24 heures au préalable appuyé par des conseils de remplissage.

Un glucomètre GLUCOTREND 2 avec des bandelettes photométriques nous a permis de mesurer la glycémie.

Principe du test et valeurs usuelles : Test à la glucose-dye-oxydoréductase avec médiateur d'oxydo-réduction. Les valeurs usuelles de la glycémie à jeun : 3,8 à 5,5 mmol/L (70 à 100 mg/dl).

Un pèse - personne et un mètre ruban pour mesurer respectivement le poids, la taille et le périmètre abdominal.

La taille et le périmètre abdominal étaient mesurés au 0,5 cm le plus proche. La mesure de la taille fut effectuée à l'aide d'un mètre ruban fixé au mur faisant un angle droit avec l'horizontal. Le périmètre abdominal était mesuré au niveau de la dernière côte en position debout. Il était demandé aux sujets d'enlever les chaussures, les casquettes, les bonnets et les foulards avant la mesure de la taille et du périmètre abdominal.

Nous avons considéré :

- ✓ Hyperglycémie si la valeur est **> 5,5 mmol/l**.
- ✓ Diabète si la valeur **> 6,9mmol/l** selon l'OMS.
- ✓ Glycémie à jeun perturbée si la valeur est entre **6,2-6,9 mmol/l**.
- ✓ L'IMC a été calculé avec la formule de Quételet : **IMC=Poids (kg)/Taille<sup>2</sup> (m)**
- ✓ Surpoids : **IMC =25-29,99**
- ✓ Obésité : **IMC supérieur ou égal à 30**

Le jeûne est défini comme l'absence de prise d'aliments au cours des 8 heures précédant le prélèvement sanguin.

### 3. Analyse statistique

Les variables comme la glycémie capillaire, l'Indice de Masse corporelle (IMC), le Périmètre abdominal (PA), l'activité physique, la consommation de sucreries et de pomme de terre ont été testées par le test Chi carré. La différence entre la moyenne des variables a été étudiée en utilisant le test de Levens (t-test). La différence était statistiquement significative si le  $p < 0,05$ . Les données ont été traitées et analysées par SPSS version 12.0.

### 4. Résultats

Au total 254 étudiants âgés de 17 à 29 ans ont accepté de participer à l'enquête. Le sexe masculin représentait 50,8% (soit 129/254) contre 49,2% pour le sexe féminin (soit 125/254). L'âge moyen était de  $22,5 \pm 2$  ans (Tableau 1).

**Tableau 1 : Caractéristiques anthropométriques et glycémie capillaire de la population d'étude.**

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart type
Age en année	17	29	22,5	2,0
Taille (cm)	151	197	169,8	8,7
Poids (kg)	39	107	61,2	9,5
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	15,1	38,4	21,3	3,0
Glycémie Capillaire (mmol/l)	3,9	6,4	4,9	0,4
Périmètre Abdominal (cm)	55	109	F =72,35 H =72,10	7,1

F=femme. H= homme ; Kg=Kilogramme ; Cm=centimètre ; m<sup>2</sup>=mètre carré ;

IMC= Indice de masse corporel

**Tableau 2 : Test d'échantillons appariés d'évaluation de la corrélation entre la Glycémie et l'IMC/Sexe/Taille/Poids/PA/Diabète en famille/Sucrerie/Pomme de terre/Temps de marche**

Variables	t	ddl	P
IMC & Glycémie	-2,566	253	0,011
Sexe & Glycémie	-15,714	253	0,000
Taille & Glycémie	26,203	253	0,000
Poids & Glycémie	10,487	253	0,000
Glycémie & PA	48,533	253	0,000
Glycémie & Diabète	1,850	253	0,065
Famille			
Glycémie & Sucreries	-12,883	252	0,000
Glycémie & Pomme de Terre	-7,095	252	0,000
Glycémie & Temps de marche	-9,302	253	0,000

PA= Périmètre abdominal, IMC= Indice de masse corporel, HTA= Hypertension artérielle,

t=test d'indépendance de Levens ; ddl=degré de liberté ; p= probabilité

La corrélation bilatérale est significative entre tous les échantillons appariés sauf entre l'antécédent familial de diabète et la Glycémie.  $t = 1,850$   $ddl = 253$   $P = 0,065$

La corrélation bilatérale entre les valeurs brutes de l'IMC et le PA, la glycémie capillaire est fortement significative (Tableau 2).

### Antécédents médicaux

Il existait une notion de diabète familiale chez 20,1 % de nos participants. La notion d'hypertension familiale a été chez 30,7 % des sujets.

### Habitudes alimentaires et toxicologiques

Environ 30% des participants boivent chaque jour une fois un verre de sucreries du lundi au vendredi.

Le tabagisme des parents est ressorti chez 15,4 % des enquêtés. Parmi eux 87,2% étaient représentés par le père contre seulement 5,1 % la mère.

### Activité physique

Près de 30 % des participants ne pratiquaient jamais d'activité physique. Cela se confirme par le fait que plus de la moitié (50,8 %) ne pratique aucun sport de façon régulière, même une fois par semaine.

En général, les étudiants passaient plus de temps devant le téléviseur le weekend que les jours ouvrables (Tableau 9).

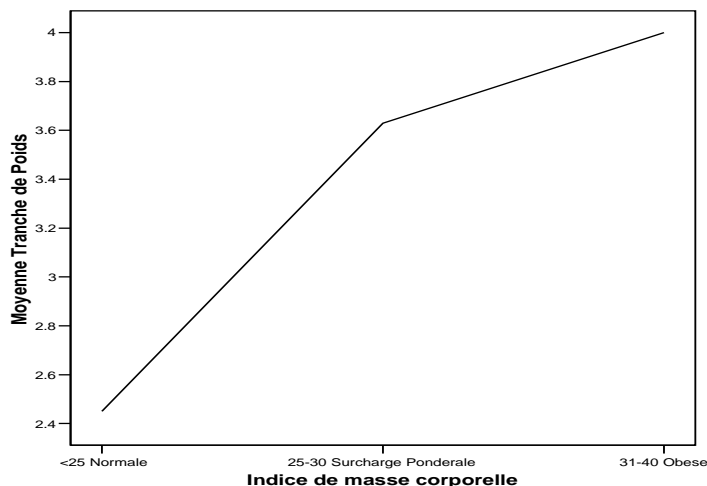


Figure. 1 : Variation des moyennes de Tranche de Poids par rapport à l'IMC

Sur cette figure nous constatons que le poids augmente avec l'IMC.

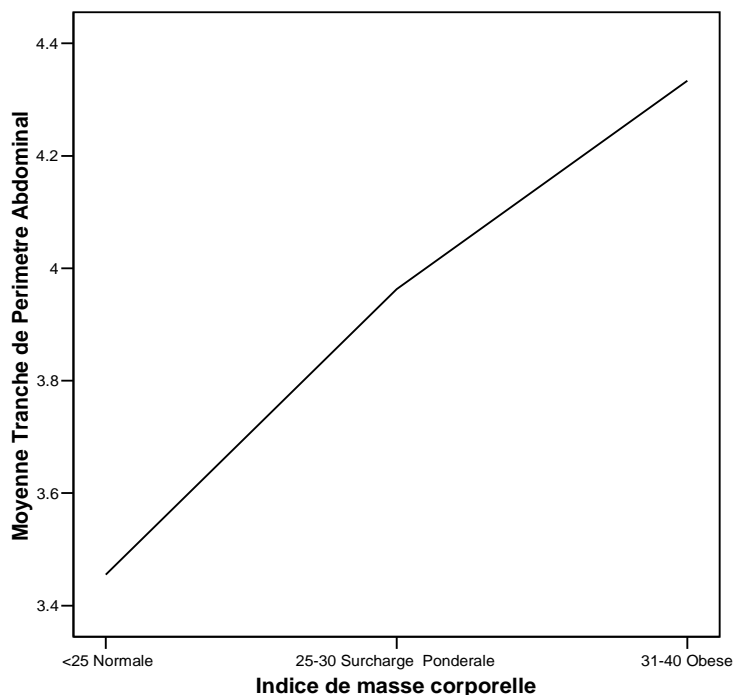


Figure. 2 : Variation de moyenne de tranche du Périmètre Abdominal par rapport à l'IMC

Nous constatons que le périmètre abdominal augmente proportionnellement avec celle de l'IMC.

## 6. Discussion

Le sexe ratio était de 1,03 avec une prédominance masculine (50,8%). Ce qui se comprend aisément, étant donné qu'il y a plus d'étudiants que d'étudiantes au campus. Sur les 16 blocs, seulement 3 sont occupés par les femmes. **Dembélé (1982)**, aussi a trouvé un sexe ration en faveur des hommes (2,08). Par contre **Rouamba (1986)** ; **Nengom (2006)** ; **SDM (2007)** ont respectivement trouvé un ratio en faveur des femmes avec respectivement 50,5%, 56,3% et 61,65%.

La majorité des participants avait un âge compris entre 20 et 25 ans (88,2%). **Nengom (2006)** ; **Touré (1998)** ; **Cissé (2002)** ont observé des taux qui se rapprochent (31,3%, 27,8%, 32,7%) mais dans la tranche d'âge 55-64 ans. **Traoré, (2006)** quant lui, trouve que la majorité de ses patients avait entre 30 et 59 ans. **SDM (2007)** dans une campagne de dépistage en 2006 avait observé une tranche prédominante 25-49 ans (48,3%). Cette différence de tranche d'âge s'explique par le fait que notre étude ne s'est limitée qu'à la seule couche estudiantine, relativement moins âgée.

Les Bambara ont été les plus nombreux dans notre étude (27,67%), ce qui rejoint le constat de **Nengom (2006) (28,1%)** ; **Traoré (2006)** ; **Touré (1998)** (33,9%). Cependant **Azebase (2004)** dans sa série a trouvé 24,5% de Peuhl.

Un nombre important des participants 15,4 % avaient une insuffisance pondérale, **Traoré (2006)** ne trouvait que 1,25%. Nos résultats se rapprochent de ceux d'**Azebase (2004)** (13,8%).

Un peu moins des ¼ de nos sujets enquêtés avaient un poids normal (73,6%). Tandis que **Nengom (2006)** et **Azebase (2004)** avaient respectivement 40,6% et 53,3% de poids normal dans leur série. **Traoré A** n'enregistrait que 3,5% de poids normal.

Ce faible chiffre de **Traoré (2006)** s'expliquerait par le fait qu'elle ait enregistré 90,5 % d'IMC indéterminé.

Dans notre série 11 % étaient en surpoids ou obèse. Plus du double est retrouvé par **Nengom (2006)** ; **Lecerf et coll. (2003)** (25% et 22,62%). Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que l'étude de **Nengom (2006)** portait sur les diabétiques et celle de **Lecerf et coll. (2003)** exclusivement sur les sujets en surpoids ou obèse de toutes étiologies confondues.

**Traoré (2006)** a trouvé un taux largement inférieur (4,75%) dû probablement à l'indétermination de l'IMC de la majorité de sa série.

**L'ONG Santé Diabète Mali (2007)**, au centre Mutec de Bamako trouve que plus de la moitié de la population (52%) dépistée sont en surpoids ou en obésité.

La tranche de poids 60-70 kg a été la plus représentée (40,94 %) dans notre étude, alors que **Sidibé (1985)** trouvait 39,27% dans la classe modale 50-60 kg. La moyenne de tranche de poids augmente avec l'IMC (Fig.1).

Plus de femmes (12 %) ont présenté un risque élevé d'adiposité sous cutané abdominal que d'hommes (1,6%). Contrairement aux femmes (4%), aucun homme (0%) avec un risque très grand d'adiposité n'a été noté.

Lors d'une étude sur la différence d'A1C par race et ethnie aux USA citée dans **Diabetes Care, (2007)**, il ressort une moyenne de 104 cm de PA chez les femmes et 108 cm chez les hommes. Dans notre série nous avons trouvé une moyenne de 72,35 cm de PA chez les femmes et 72,10 cm chez les hommes. La moyenne de tranche de PA augmente lorsque celle de l'IMC augmente. (Figure 2)

Pendant leur étude chez les hypertendus au Fouta Djallon en Guinée, parmi ces derniers 3.6% présentaient une association d'anomalies métaboliques avec un tour de taille  $\geq 95$  cm chez l'homme et  $\geq 88$  cm chez la femme **Baldé et al. (2006)**.

Très peu de thèses sur le diabète au Mali font référence à la mesure du périmètre abdominal. La mesure du PA est un moyen facile d'évaluation du risque d'exposition au diabète de type 2.

Il est de nos jours établi que le PA demeure un paramètre qui prédit de façon significative le DT2 et les maladies Cardio-vasculaires. (Ohlson et al. (1985).

La non utilisation du PA par les agents de santé est –elle liée :

- à la méconnaissance et la technique de mesure de ce paramètre par le personnel ?
- à l'absence de matériel pour la détermination de ce paramètre ?

Nous avons relevé 7,1 % d'hyperglycémie. Ce taux est largement inférieur à celui trouvé par Traoré A (74,75 %). Cela s'expliquerait par le fait que l'étude de Traoré n'a concerné que les malades diabétiques dans les centres de santé au Mali.

Aucune glycémie diabétique n'a été décelée selon les normes de l'OMS dans notre étude. Par contre SDM lors de sa campagne de dépistage en 2006 a retrouvé 13% de glycémies diabétiques en Commune I de Bamako ; 8 % en Commune II ; 3,65 % au centre Mutec de Bamako et 11,8 % pour la ville de Sikasso.

Environ un cinquième (20,1 %) de nos sujets enquêtés avaient une notion familiale de diabète. Ce chiffre double presque celui de **Tchombou (1996)** (11,6 %) dans l'étude Association Diabète-HTA. Cependant, notre taux est inférieur à celui de **Traoré (2006)** parmi les malades diabétiques (38,25 %). Alors que le père et la mère ont respectivement représenté un peu plus du ¼ chacun (25,5 %) des diabétiques de la famille, **Tchombou (1996)** quant à lui ne trouvait que 7,1 % d'ascendants parmi ceux qui ont une notion de diabète familial (11,6%).

La notion d'hypertension familiale a été de 30,7 %. **Nengom (2006)** dans son enquête alimentaire et nutritionnelle chez les diabétiques de type 2 trouvait 37,5% d'antécédent familial de diabète.

Dans notre série, la notion familiale d'HTA était représentée majoritairement par les mères (42,3 %), suivi des pères (23,1 %). Mais dans 9 % des cas le père et la mère étaient hypertendus.

Une fois par semaine 3,1 % consommaient de la boisson alcoolique et 2 % rarement.

Dans notre série, il a été noté 41,7 % de participants ayant essayé de fumer une cigarette dans leur vie, même une bouffée. Par semaine 32,8% des participants buvaient du lait au moins une fois. Une fois par semaine, les participants à l'enquête ont consommé du yoghourt dans 33,2 % des cas.

Environ 30% des participants boivent chaque jour une fois un verre de sucrerie du lundi au vendredi. Approximativement le même taux de consommation de sucrerie est enregistré le week-end (29,5 %).

En somme, au de-là de l'étude de la glycémie capillaire et des mesures anthropométriques chez les étudiants du campus universitaire de la FAST, cette étude nous a montré d'une manière globale les habitudes réputées favorables à la survenue de l'hyperglycémie, et par conséquent à la survenue du diabète. L'excès de poids est un problème majeur de santé publique. L'indice de masse corporelle (IMC), la mesure du PA (Périmètre Abdominale) sont utiles pour identifier les adultes en surpoids. Le cortège de complications métaboliques lié à l'hyperglycémie et à l'obésité associé aux antécédents familiaux de diabète et à la sédentarité doit inciter à mettre activement en œuvre des programmes de prévention de l'obésité et des politiques de santé appropriées.

## Références bibliographiques

### 1. Azebase A

Les artériopathies diabétiques des membres inférieurs dans le service de médecine interne de l'hôpital du point G.

Thèse, Méd., Bamako, 2004

### 2. Balde MD, Balde NM, Kaba ML, Diallo I, Diallo MM, A Kake, D Bah, A Camara, M Balde.

Hypertension artérielle, Épidémiologie et Anomalies Métabolique au Fouthah-Diallon en Guinée. Service de Cardiologie, CHU d'Ignace Deen-Conakry. Service d'Endocrinologie et Maladies Métaboliques,



**3. Berthé G.**

Les acidoses diabétiques à l'hôpital national du point « G » à propos de 20 cas.

**Thèse, Méd., Bamako, 1987 ; 4**

**4. Bougneres PF, Couprie C.**

Diabète insulino-dépendant aux âges préscolaires. In: BOUGNERES PF, JOS J, CHAUSSAIN JL, eds. Le diabète de l'enfant. Paris : Médecines Sciences, Flammarion, 1990 : 231-238

**5. Cissé I.**

La rétinopathie diabétique en médecine interne de l'HPG.

Thèse Med, Bamako 2002

**6. Dembélé MS.**

Suivi des diabétiques à Bamako.

Thèse, Med, Bamako, 1982; 7

**7. Diabetes Care, Volume 22, Number 2, February 1999.**

**8. Diabetes Care, Volume 30, Number 10, October 2007.**

Differences in A1C by Race and Ethnicity

**9. Diakit S.**

Contribution à l'étude du diabète au Mali.

Thèse, Méd., Bamako, 1979 ; 27

**10. Drabo YI, Kaboré J, Traoré R, Ouedraogo C.**

Traitement du diabète sucré à Ouagadougou, le choix difficile,

Rev Afr. Diabetol, 1996 ; A : 2-5

**11. Fontbonne A et Simon D.**

Épidémiologie du diabète. Encycl. Méd. Chir. (Edition Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Endocrinologie Nutrition, 10-366-B-10, 2001, 9 p.

**12. Lecerf JM, REITZ C, de CHASTEIGNER A.**

Évaluation de la gêne et des complications chez 18102 patients en surpoids ou obèse.

Presse Med. 2003 ; 32 : 689-695

**13. Lestrade H et Coll.**

Long term study of mortality and vascular complications in juvenile onset (type1) diabète. Diabetes, 1981 ; 30 (3) : 175-179

**14. Levy M.**

Épidémiologie du diabète insulino-dépendant de l'enfant.

Thèse, Méd., 1995 ; 1 : 139-141

**15. Liman E.A.I.T.**

Diabète juvénile dans le service de médecine interne de l'hôpital national du point "G",

Thèse, Méd., Bamako, 1999 ; 53

**16. Lokrou A.**

La prise en charge du diabétique : modèle de partenariat,

Rev Afr Diabetol, 1994; 2: 1-2

**17. Mbandiuga M, Monareka H.**

La prise en charge d'un diabétique : Expérience congolaise.

Rev Afr Diabetol, 1994, 2: 2-3

**18. Nengom O S**

Enquête alimentaire et nutritionnelle chez les diabétiques de type 2 dans le service de médecine interne de l'Hôpital national du point G. A propos de 32 cas.  
Thèse, Méd., Bamako, 2006 ; 59P\_67

**19. Ntyonga Pino MP, Nguemby M.**

Le diabète sucré à Libreville : Prévalence et perspectives.  
Med Afr. Noire, 1996; 43(7): 430-33

**20. Ohlson LO, Larsson B, Svardsudd K, et al.**

The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus, 13.5 years of follow-up of the participants of the study of men born in 1913. Diabetes 1985; 34:1055-8.

**21. Rouamba FT.**

Les complications dégénératives au Mali.  
Thèse, Méd., Bamako, 1986 ; 3

**22. Sacko MS.**

Nouvelle contribution à l'étude du diabète au Mali.  
Thèse, Méd., Bamako, 1981 ; 5

**23. Sara Ehtisham, Timothy G Barrett.**

The emergence of type 2 diabetes in childhood  
Ann clin Biochem 2004; 41: 10-16

**24. Sidibé Y**

Étude du diabète en zone rurale au Mali  
Thèse, Méd. Bamako, 85

**25. Sow AM.**

Le diabète sucré en milieu africain.  
Rev Afr. Diabetol, 1993; 3: 1-2

**26. Tchombou H B.**

Association HTA-Diabète sucré dans le service de médecine A, B, C, D à l'hôpital du point « G ». Thèse, Méd., Bamako, 1996 ; 12

**27. Touré A**

Suivi des diabétiques: Épidémiologie; traitement; évolution.  
Thèse, Méd., Bamako, 1998 ; 30.

**28. Touré B.**

Contribution à l'étude du diabète au Mali : aspects épidémiologiques, cliniques, Thérapeutiques à propos de 51 malades hospitalisés au service de médecine interne de L'hôpital du point « G ».  
Thèse, Méd., Bamako, 1997 ; 6

**29. Traité de médecine interne.**

Diabète et rein in Cecil, éd..  
Paris : Flammarion. Médecine sciences, 1997 ; 599-602, 1273-74

**30. Traoré A.**

Problématique de la prise en charge des malades diabétiques dans les centres de santé au Mali. Thèse, Méd. Bamako, 2006

**31. [WWW.santediabetemali.org](http://WWW.santediabetemali.org) du 04 mai 2007**

Le diabète une question de santé publique dans les pays en développement.

# **Perception et réaction de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest. (BCEAO) face à la crise alimentaire de 2008-2009.**

KONE I. \*, TRAORE M.\*\*

**Résumé :** L'année 2008 a vu la flambée des prix des produits alimentaires dans les pays de la zone UEMOA. La Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO) a perçu les dangers au niveau des populations de cette crise d'un type nouveau et a réagi face à cette situation en injectant plus de 261.289.000.000 FCFA dans le circuit budgétaire des Etats. Cependant, cette injection a montré ses limites car, elle n'a pas réussi à endiguer la crise alimentaire que les pays de la zone UEMOA ont connue. La réaction a montré ses limites et l'institution a préconisé le changement social à travers la mise en place au plan économique, politique et social de réformes ouvrant la voie au développement humain durable. Cette étude, nous l'avons réalisée de Janvier à Juin 2009.

**Mots clés :** Perception – Réaction – BCEAO – Crise alimentaire – 2008-2009 - vie chère – trouble sociale – développement humain durable.

---

\* Université de Bouaké

\*\* Université de Bamako

**Title of the article:** Perception and reaction of the Central Bank of the West Africa States (BCEAO) face to the food crisis from 2008 to 2009.

**Summary:** the year 2008 has seen the increase of the food products prices in the countries of UEMOA area. The Central Bank of the West Africa States (UEMOA) has detected a new kind of dangers at the level of the population of this crisis and has shown its limits and the institution advocated the social change by the drawing up of some reforms in the economic political and social fields opening the way to the lasting human development.

**Key words:** perception – Reaction – BCEAO – Food crisis – From 2008 to 2009 - expensive live – social trouble – human long development.

## **INTRODUCTION**

Après la proclamation de son indépendance le 07 Août 1960, la Côte d'Ivoire, pays d'Afrique au sud du Sahara a opté pour le libéralisme économique comme modèle de gestion de son patrimoine agricole et socio économique. Au regard de ce choix, la priorité sera accordée à la promotion des cultures de rente comme le café, le cacao, le palmier à huile, la banane, l'ananas, l'hévéa, le coton et l'anacarde par la suite. La stratégie qui sous tendait ce choix vise à aider et à encourager la mobilisation des flux monétaires constitués par les devises qui aidaient à équilibrer la balance commerciale du pays. Il s'agissait de collecter les fonds qui de fait permettent d'asseoir les fondements financiers des concours extérieurs en complément des ressources internes propres du pays afin de promouvoir son économie. Cependant si cette orientation de la politique économique encourage une ouverture du pays sur le monde international de la finance, il ne fait pas de doute que celle-ci expose ipso facto la Côte d'Ivoire aux effets induits et pervers des chocs exogènes dus à la dépendance accrue de l'économie du pays vis-à-vis des soubresauts des bourses de Paris, de Londres, de Tokyo, de Hambourg et de New York qui fixent et influencent les prix des produits agricoles.

Aussi, la très grande dépendance de son économie vis-à-vis de l'extérieur va engendrer le recadrage des politiques économiques élaborées dès 1960 avec les chocs pétroliers de 1973, la conjoncture de 1980, les troubles sociaux de 1989, la fronde sociale de 1990 en faveur du pluralisme démocratique et la récente crise alimentaire de 2008. Partant, le renchérissement et l'envolée des cours des prix des produits pétroliers et alimentaires amènent les citoyens de l'espace territorial ivoirien à remettre en cause les théories économiques du développement et à relativiser l'optimisme et la grande assurance qui animaient les uns et les autres. L'inflation suscite chez chacun la prise de conscience de la vulnérabilité de la politique économique du pays. L'adoption de mesures drastiques d'une nouvelle vision du comportement économique à observer face à la crise pétrolière et alimentaire. A travers la présente étude, nous avons choisi de parler de la crise alimentaire dans ses renchérissements à travers une flambée sans précédent des prix des denrées alimentaires. Le gouvernement face à cette situation a mis en place une série de mesures d'urgence afin de juguler le choc de l'envolée des prix, face

à une population en proie à une paupérisation accrue pour plus de 49% (Rapport Banque Mondiale 2008).

Les mesures prises par le gouvernement au regard du taux d'inflation générale de 2008 n'ont pas eu d'impact sur l'évolution des indices des prix à la consommation. En somme, ce phénomène monétaire qui a engendré des conflits sociaux au niveau des corporations des transporteurs, des commerçants grossistes et détaillants, a touché la Côte d'Ivoire et avec elle tous les autres pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA). L'organe central de gestion des politiques économiques des flux monétaires de la sous région en l'occurrence le Banque Centrale des Etats de L'Afrique de l'Ouest a décidé d'intervenir afin d'aider à juguler la crise pétrolière et alimentaire qui se profilait à l'horizon. Les perceptions que les responsables de l'institution d'émission avaient de cette crise alimentaire vont les conduire à réagir en mettant en œuvre une politique monétaire dont l'objectif principal sera le maintien de la stabilité des prix. Telle est la perspective dans laquelle nous entendons orienter la présente étude. Il sera question d'étudier la perception que cette institution a de la crise alimentaire et de s'appuyer sur les mesures adoptées par elle pour analyser les réactions des responsables de cette institution bancaire face aux conflits sociaux engendrés par cette crise d'un type nouveau. En d'autres termes, il est question de répondre à la question suivante : comment la BCEAO perçoit le nouveau type de conflit social engendré par la crise alimentaire de 2008 ? Quels aménagements a-t-elle préconisé aux fins de juguler cette crise alimentaire qui a provoqué le désarroi des populations déjà éprouvées par la crise politico-militaire du 19 Septembre 2002 ?

## **MATERIEL ET METHODES**

Pour appréhender la situation conflictuelle entraînée par la crise alimentaire de 2008 en Côte d'Ivoire, nous avons souscrit à la théorie de l'analyse stratégique de Michel Crozier et d'Ehrard Friedberg. De notre point de vue l'analyse stratégique présente une situation où l'individu doit dépasser l'opposition récurrente entre la liberté individuelle et le déterminisme des structures sociales. Pour la présente étude, l'acteur c'est le consommateur frappé de plein fouet par la crise alimentaire et qui le place en situation de personne devant défendre ses intérêts face à cette agression financière et économique. L'autre acteur c'est la BCEAO car c'est elle qui en organisation chargée de gérer les problèmes financiers et socio-économiques des Etats, développe une stratégie en rapport avec le pouvoir qui lui confère son statut de trouver une solution au problème auquel elle est confrontée.

La théorie des organisations proposée par Crozier et Fiedberg pour illustrer le paradigme de l'analyse stratégique fait de l'acteur « celui dont le comportement (ie. L'action) contribue à structurer un champ, c'est-à-dire à construire [des] régulation. On cherche à expliquer la construction des règles (le construit social) à partir du jeu des acteurs empiriques, calculateurs et intéressés. Ces acteurs sont dotés de rationalité, même si elle est limitée ; ils sont autonomes et rentrent en interaction dans un système qui contribue à structurer les jeux. » (Philippe Bernoux 1999, 137). A partir des travaux de Bernoux, de Crozier et de Fieldberg, la théorie de l'analyse stratégique en somme a aidé les responsables de la BCEAO qui en acteurs du secteur des ajustements budgétaires se sont illustrés à travers la consultance qu'ils ont faite, les conseils prodigués au gouvernement de Côte d'Ivoire d'influencer sa prise de décision face à la crise alimentaire aigue qu'à connue le pays. De même, la théorie de la

justification vient renforcer celle de l'analyse stratégique dans la mesure où les individus comme les institutions sont dotés de compétences pour discerner les traits principaux des situations matérielles et sociales dans lesquelles ils se trouvent. En d'autres termes en parlant des responsables des institutions, ils font des choix stratégiques au niveau de la mobilisation de tel ou tel registre d'arguments, d'attitudes et d'épreuves plutôt que tel autre. Dans la même lancée, on peut ajouter avec Boltanski et Thévenot à travers la théorie de la justification que les individus tout comme les dirigeants des institutions à l'image de la BCEAO sont dotés de compétences cognitives pour discerner les traits principaux des situations matérielles et sociales dans lesquelles ils se trouvent. Ainsi ces choix contribuent à mobiliser les valeurs de référence qui permettent de justifier ou même de légitimer leur action. (Luc Boltanski et Laurent Thévenot : 1991).

Le premier objectif que nous assignons à notre étude est de voir quelle est la perception de la BCEAO de la flambée des prix engendrée par la crise alimentaire en Côte d'Ivoire. Le second est fondé sur l'analyse des réactions de l'institution face à cette nouvelle forme de conflit social.

Notre échantillon de travail qui repose sur le principe du choix raisonné nous a conduit en 2008 à nous entretenir avec (05) responsables de la BCEAO, deux (02) fonctionnaires du Programme National Riz, trois (03) commerçants de produits alimentaires et quatre (04) consommateurs.

## **I- Perception de la BCEAO de la crise alimentaire**

Avec l'envolée des prix des produits de grande consommation en général et des produits alimentaires en particulier, les responsables monétaires de la zone UEMOA ont pris des mesures aux fins d'huiler les mécanismes de fonctionnement du dispositif de gestion de la monnaie et du crédit (DGM). C'est ainsi, qu'à l'exception du système des réserves obligatoires, les procédures permanentes de refinancement constituées des guichets de pension et de réescompte d'une part et le guichet du marché monétaire d'autre part dont les outils ont été utilisés par la BCEAO a utilisé en réponse à la flambée des prix.

Cette perception de la crise alimentaire par la BCEAO l'a conduit à amender les procédures permanentes de refinancement à travers le relèvement des taux directeurs. La crise politico-alimentaire du 19 septembre 2002, le renchérissement des coûts des produits pétroliers sur l'économie de la Côte d'Ivoire ont fini par accentuer l'indice du seuil de pauvreté dans lequel vit 49,2% des habitants de son l'espace territorial. Face à cette précarité grandissante et au risque de provoquer une fronde sociale du fait de la crise alimentaire, la BCEAO a relancé la consommation en agissant sur les structures qui assurent le refinancement des entités de commercialisation des produits alimentaires de grande consommation. Il s'agissait d'empêcher les prix de continuer à grimper et d'exposer le pays au risque d'une déflagration du fait de la situation de ni guerre ni paix dans lequel il se retrouve depuis déjà sept (07) ans.

La Côte d'Ivoire aux yeux des responsables de la BCEAO est perçue comme une malade convalescente qui pour peu qu'elle manque de médicaments qu'elle absorbe quotidiennement peut voir sa tension s'élever et atteindre des seuils critiques. Le pays étant aussi la locomotive du développement de l'Afrique noire au sud du Sahara peut entraîner les autres Etats de la zone UEMOA dans la montée inflationniste du cours des prix des produits alimentaires de première nécessité. En somme c'est un patient dont il faut surveiller l'état

de santé et éviter qu'il ne contamine les autres pays qui l'entourent au risque de les exposer aux contre-coups de l'effet boomerang de la fronde sociale, de la crise alimentaire. Cette perception de la crise alimentaire est aussi celle que développent Carfantan et Condamines dans leur ouvrage collectif. En effet, ils affirment que : « la réalité vécue par les peuples du tiers monde est devenue tragique : la nourriture nécessaire pour calmer leur faim existe en suffisance, mais faute d'argent, ils ne peuvent se la procurer, et leurs terres servent de plus en plus souvent à l'alimentation de nos vaches et de nos cochons – et s'ils veulent résister ou se révolter les forces de l'ordre les massacrent ou les jettent en prison. » (Jean – Yves carfantan, Charles Condamines : 1980)

En effet au Sénégal et au Burkina Faso, la fronde sociale engendrée par la crise alimentaire a entraîné beaucoup de remous sociaux avec la mort de quelques manifestants. En Côte d'Ivoire, les manifestants se sont pris aux biens de quelques commerçants et transporteurs privés qu'ils ont détruits. Les perturbations dues à la grève des transporteurs privés ont paralysé de nombreux services et des pans entiers de l'économie des jours durant. Le manque à gagner a été chiffré en plusieurs milliards de francs CFA. C'est d'ailleurs cette perception catastrophique de la situation alimentaire du pays qui a inspiré les dirigeants de la Banque Centrale des Etats d'Afrique de l'Ouest (BCEAO) à prendre des dispositions tendant à endiguer la montée des revendications sociales en rapport avec l'apparition de la crise alimentaire. Comment analyser cette perception et cette implication de l'institution bancaire face à la crise alimentaire ? Comment cette crise s'est-elle du reste manifestée ?

## **II RESULTATS DISCUSSION**

A partir des notes mensuelles de l'Institut National de la Statistique (INS), l'évolution des indices en ce qui concerne les produits alimentaires de grande consommation regroupés dans la fonction PABT (Produits Alimentaires, Boissons et Tabacs) se fait à travers un mécanisme. L'indice dont il s'agit ici est l'indicateur du système appelé dispositif interne de suivi des prix des biens et services sur le budget de consommation des ménages. En effet, tous les produits ne sont pas consommés dans les mêmes proportions dans le budget. Les coefficients sont en fait le pourcentage des dépenses du ménage pour l'acquisition du produit dans les dépenses totales. Ainsi, si pour un budget de 100 francs, le ménage de Monsieur Kouassi dépense 25 francs pour l'achat de riz, la pondération du prix sera de 25% ou 0,25 dans la mesure où chaque produit de l'échantillon a sa pondération. C'est ce qui ressort du tableau suivant :

**Tableau N°1** : Evaluation des importations des produits alimentaires

Importations de produits alimentaires	Année 2007		Années 2008	
	Montants en milliards de francs	Quantité en milliers de tonnes	Montants en milliards de francs CFA	Quantité en millier de tonnes
Importations	<b>3.198.116</b>	<b>8.403.995</b>	<b>3.527.424</b>	8.606.816
Les produits alimentaires	<b>561.635</b>	<b>1.836.467</b>	<b>695.199</b>	1.818.314
Le riz	<b>156.034</b>	<b>808.781</b>	<b>209.506</b>	756.680
Le Blé	<b>43.164</b>	<b>270.587</b>	<b>47.535</b>	244.891
Les produits laitiers	24.759	30.384	38.003	29.472

**Sources : Notes INS (2008)**

De ce tableau, nous pouvons faire le commentaire suivant : en dehors du mois d'Août à Novembre, les différents indices de cette fonction en 2008 ont connu une certaine hausse. De cela, il ressort que les variations des indices sont imputables aux fluctuations enregistrées sur les prix des variétés contenues dans les postes qui composent la fonction. Pour ce qui est du tableau récapitulatif de l'évolution des prix des produits alimentaires importés, le riz comparativement au blé et aux produits laitiers apparaît comme le produit le plus consommé avec 756.680 tonnes, soit 756.680.000 kilogrammes pour un coût de deux cent neuf milliards, cinq cent six millions (209.506.000.000) de francs CFA.

Le tableau présenté supra s'il montre l'évolution des prix et des quantités alimentaires consommées par la population ivoirienne, il donne aussi des informations sur les causes de la crise alimentaire. De nombreuses raisons ont été avancées pour expliquer l'apparition brutale de cette crise et l'aggravation de la pauvreté qui s'en est suivie (Susan George : 1975). En effet, cette hausse substantielle des prix des denrées et produits alimentaires a provoqué un grand désarroi chez les ménages aussi bien à Abidjan la capitale économique qu'à l'intérieur du pays. Dans le quotidien des populations, cette situation s'est traduite par des efforts financiers supplémentaires que les uns et les autres ont consenti pour assurer la nourriture quotidienne de la famille. Les acteurs sociaux ont ressenti de manière drastique les effets induits et pervers de cette hausse généralisée des prix dans la mesure où de l'industrie alimentaire à celle du bâtiment en passant par l'industrie médicale, tous les coûts ont connu un renchérissement (Michael Lipton : 1977). Telle est la première explication de la répercussion en cascade des coûts des produits de grande consommation sur les consommateurs ivoiriens que ce soient les ménages ou les entreprises.

Le pétrole est donc une priorité pour ces pays dans la mesure où ce produit a un impact très notable sur la chaîne de l'alimentation. On comprend que pour un pays comme la Côte d'Ivoire, l'un des gros importateurs de riz, de blé, de produits laitiers et de viande, la hausse du prix du baril de pétrole ne peut entraîner que des conséquences substantielles. En clair, l'explosion du prix du pétrole affecte les prix des vivriers tant dans les zones urbaines



que rurales poussant les populations en proie à une gestion difficile de la précarité, de la pauvreté au quotidien à des actes d'une extrême violence.

**Tableau N°2** : Nouveau prix des hydrocarbures et du gaz domestique

Produits	Anciens prix/l	Nouveau prix/l
Super sans plomb	<b>795</b>	695
Gasoil	<b>685</b>	625
Pétrole lampant	<b>470</b>	495
Bouteille de gaz de 6 kg	<b>2000</b>	1800
Bouteille de gaz de 10 Kg	<b>3600</b>	3200
Bouteille de gaz de 12,7	4500	4000

**Source** : Enquête personnelle 2008.

Fort de toutes ces raisons ne devons – nous pas aussi envisager l'existence de causes internes à cette crise alimentaire ?

Les raisons internes qui permettent de comprendre la flambée des prix des produits alimentaires et les conflits sociaux qui s'en sont suivis existent. Les responsables du Ministère d'Etat, Ministère du Plan et du Développement dans le rapport du 3<sup>ème</sup> Trimestre de l'année 2008, font valoir que la production mondiale de riz a augmenté de 1,5% alors que la demande a subi une hausse annuelle de 13%. Le renchérissement des coûts de revient de la production rizicole est dû à la supériorité de la demande sur l'offre.

**Tableau N°3** : Etat récapitulatif des injections de liquidités sur le marché monétaire de UEMOA.

Année 2008	Montants mis en adjudication	Soumissions retenues dans l'union	Soumissions retenues en Côte d'Ivoire
Janvier	<b>300.000.000.000</b>	<b>227.658.000.000</b>	25.080.000.000
Février	<b>400.000.000.000</b>	<b>329.691.000.000</b>	45.000.000.000
Mars	<b>445.000.000.000</b>	<b>445.000.000.000</b>	34.575.000.000
Avril	<b>400.000.000.000</b>	<b>400.000.000.000</b>	24.933.000.000
Mai	<b>400.000.000.000</b>	<b>400.000.000.000</b>	33.808.000.000
Juin	<b>500.000.000.000</b>	<b>497.897.000.000</b>	42.260.000.000
Juillet	<b>430.000.000.000</b>	<b>430.000.000.000</b>	8.000.000.000
Août	<b>430.000.000.000</b>	<b>396.147.000.000</b>	3.560.000.000
Septembre	<b>500.000.000.000</b>	<b>500.000.000.000</b>	36.253.000.000
Octobre	<b>460.000.000.000</b>	<b>437.090.000.000</b>	7.820.000.000
Novembre	<b>540.000.000.000</b>	<b>522.232.000.000</b>	-
Décembre	<b>740.000.000.000</b>	<b>730.060.000.000</b>	-
Total	5.545.000.000.000	5.315.775.000.000	261.289.000.000

**Source** : Rapport UEMOA 2008

Face à cette situation beaucoup de travailleurs dont le pouvoir d'achat se situe en dessous de la somme de cinquante mille francs CFA (50000F) sont soixante dix-sept (77) euros ou cent douze virgule dix sept (112,17) dollars US ont dû changer d'habitude alimentaire. Dans certains ménages, à la place du riz on a encouragé la

consommation des féculents comme le manioc transformé en Attiéké (manioc broyé et cuit à l'étuvée). Pour de nombreuses familles, la sélection des produits à consommer tout comme la suppression d'un repas sur les trois ou les deux a entraîné les protestations et frustrations des enfants, vite réprimées par des taloches discrètement distribuées. Le climat social au sein des cours communes abritant des dizaines de personnes s'est commué en espaces de tensions sourdes et mal contenues. Que dire quand le chef de famille ne trouve pas les mots justes pour expliquer à ses enfants que faute d'argent, il ne peut pas leur assurer une alimentation riche, diverse et bien équilibrée ? Quelle est la réaction de la BCEAO face aux vicissitudes de cette crise alimentaire qui à n'en point douter agit sur la productivité et le rendement des champs du territoire ivoirien ?

Face à la crise qui touche près de 15 millions de personnes sur les 20 millions que compte la Côte d'Ivoire, la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest a eu une réaction appropriée. D'abord elle a encouragé le gouvernement ivoirien à la date du 20 juillet 2008 à revoir à la baisse les prix des hydrocarbures et du gaz. Voici un aperçu des prix proposés par le gouvernement.

Le tableau montre la baisse du prix des produits dérivés du pétrole à l'exception du pétrole lampant qui a connu une hausse, sorte de rééquilibrage de son coût largement subventionné et sous évalué.

Ce tableau montre le niveau des sommes injectées par la BCEAO à travers le canal du guichet du marché monétaire de l'UEMOA de manière à aider les agences nationales à faire face aux efforts de trésorerie que nécessitaient les fréquents ajustements budgétaires de l'économie des pays qui constituent cette institution. Ces sommes injectées ont servi à subventionner le prix des hydrocarbures et à stabiliser les prix des produits de première nécessité qui ne faisaient que grimper. Telle est la première mesure monétaire entreprise par la BCEAO en vue d'aider les Etats à contenir la flambée des prix. En effet les responsables de la BCEAO ont compris que les violences et autres troubles sociaux engendrés par la vie chère, dû à la crise alimentaire, pour eux comme pour « les sages mandenka, sont inhérents à toute œuvre humaine dans la mesure où on dit "na an bè sigui okoro na an bè kèlè nga oté an faran". Ce proverbe traduit littéralement donne ceci "viens nous allons nous asseoir", cela signifie "viens nous allons nous quereller, nous disputer mais cela ne nous déchire pas". La traduction littéraire fait apparaître la signification du message qui est le suivant : quand on propose à quelqu'un de venir et partager un peu de son temps avec soi, il est clair que l'on se prépare aussi à l'affronter, à se quereller. Cependant quelle que soit la nature du conflit qui va intervenir dans les rapports des deux, cela ne peut en aucune façon les amener à se séparer. » (Issiaka Koné : 2000, 117-118). D'ailleurs la BCEAO avait-elle le choix quand les gouvernements et les partenaires sociaux entrent en conflit pour la simple raison que les premiers ont procédé avec l'augmentation faite par eux du prix des hydrocarbures et du renchérissement des coûts des produits de première nécessité procédé à « de fréquentes "violations de territoires" » du pouvoir d'achat des seconds, engendrant donc des conflits (Issiaka Koné : 2000, 12)

Voici en chiffres le résultat de cette réaction.

**Tableau N°5** : Etat récapitulatif des interventions de la BCEAO sur les guichets permanents de l'agence principale d'Abidjan

Année 2008	Crédits à l'économie sur les guichets permanents	
	Guichet de la pension ordinaire	Guichet de réescompte
Janvier	<b>205.748.300.000</b>	-
Février	<b>33.058.000.000</b>	-
Mars	<b>36.409.000.000</b>	-
Avril	<b>36.582.000.000</b>	-
Mai	<b>34.156.000.000</b>	-
Juin	<b>35.711.000.000</b>	-
Juillet	<b>27.930.000.000</b>	-
Août	<b>33.290.000.000</b>	-
Septembre	<b>35.160.000.000</b>	-
Octobre	<b>35.645.000.000</b>	-
Novembre	<b>81.884.000.000</b>	-
Décembre	<b>95.175.000.000</b>	-
Total	690.748.300.000	-

**Source** : BCEAO Agence Principale Abidjan 2008

Dans ce tableau, il faut retenir que la réaction de la BCEAO pour 2008 s'est élevée à six cent quatre-vingt dix milliards, sept cent quarante huit millions trois cent mille (690 748 300 000) francs CFA. C'est le lieu de remarquer que du mois de Septembre au mois de Décembre les injections ont été plus fortes tout comme en Janvier 2008, période au cours de laquelle la crise alimentaire s'est déclenchée. Nous voyons que la réaction de la BCEAO connaît des limites dans la mesure où il n'y a pas eu d'intervention au niveau du guichet de réescompte.

Dans cette perspective il faut opérer un changement par des réformes adéquates à l'image de ce que dit Adjalo : « l'utopie est la vraie matrice de toute grande percée de l'humanité. » (Têtevi G. Adjalo : 1989). Ce spécialiste africain de la finance vient de montrer toute l'importance du changement à introduire dans le fonctionnement des structures des banques centrales en Afrique. Pour éviter aux banques centrales de continuer à intervenir comme l'a fait la BCEAO de manière ponctuelle, il faut plutôt envisager des dispositions structurelles et formelles permettant de parvenir à la stabilité des prix et donc à une croissance et un développement durable. C'est à ce prix que la Côte d'Ivoire à l'instar des pays de l'UEMOA peut lutter contre la pauvreté et faire face aux crises alimentaires qui pourraient éventuellement surgir et entraîner des conflits et autres troubles sociaux. C'est dans ce sens que Rocher avait avancé l'idée que les pays qui ont mis en exécution avec succès leur développement économique sont ceux où l'on a identifié une forte motivation de réussite entraînant une expansion et un développement économique plus rapide que les autres. (Guy Rocher : 1972).

De tout ce qui a été dit plus haut, il ressort que ce sont les populations à faible pouvoir d'achat qui ont le plus payé un lourd tribut à la crise alimentaire de 2008-2009. Ces populations qui vivent dans la précarité avec des moyens limités n'exercent pas une activité formelle génératrice de revenus substantiels. Elles se réclament du secteur informel où la survie ne leur permet pas d'épargner aux fins de constituer une superficie financière

leur offrant l'opportunité de lutter contre les effets induits et pervers de la hausse des produits de première nécessité. Najib Akesbi lui préconise la prise en compte de la spécificité des économies africaines et la mise en place de véritables mesures de réformes économiques qui agissent tant sur l'offre que sur la demande. C'est à ce prix que l'on peut agir en faveur de la réduction de la pauvreté. (Najib Akesbi : 1993). Il faut créer des emplois afin de donner à chaque actif la possibilité de se faire valoir et s'insérer dans le tissu économique ivoirien. C'est aussi le lieu d'inciter les acteurs de l'économie ivoirienne à aider les autorités en souscrivant nombreux à la politique de collecte de l'épargne préconisée par la BCEAO afin de relever le faible taux de bancarisation que connaît le pays. Les responsables de la BCEAO ont compris que : « la croissance exponentielle de la population a pour conséquence la croissance exponentielle de la demande en nourriture. » (Philippe Delalande : 1984, 254). Il revient donc à l'institution financière d'inciter les dirigeants de la Côte d'Ivoire et plus largement ceux des pays de la zone UEMOA à mettre en œuvre des politiques économiques hardies visant à augmenter la production à grande échelle de denrées de première nécessité dans l'objectif de l'atteinte de l'autosuffisance agro-alimentaire.

A la BCEAO, il est clair que la réforme agraire préconisée par ses experts fait ressortir les retombées suivantes pour les riziculteurs et aussi pour les consommateurs. Les conflits provoqués par la vie chère peuvent trouver leur résolution dans la production à grande échelle de trois (03) variétés de riz. C'est ce que laisse voir le tableau suivant :

**Tableau N°6** : compte d'exploitation type actualisé condensé.

Les systèmes de production de riz	Productivité à l'hectare	Produits	Charges	Revenus	Coût de revient au kg riz paddy	Prix de revient au kg blanchi
Riz irrigué	5 tonnes	875.000	625.500	249.500	50	77
Riz de bas fonds	3,5 tonnes	612.500	505.625	106.875	31	87
Riz de plateau	1 tonne	262.500	193.250	69.250	70	107

**Source** : Rapport 2008 Programme National Riz.

Le tableau montre que l'on doit encourager les paysans à s'investir d'avantage dans la riziculture dans la mesure où les denrées alimentaires ont engendré des importations qui sont passées de 561,6 milliards (1.836.467 tonnes) en 2007 à 695,2 milliards (1.818.467 tonnes) en 2008, soit une progression fulgurante de 23,8%. Pareille érosion de devises ne peut que déséquilibrer la balance des paiements car ces sorties massives d'argent contingentent sérieusement le pouvoir d'achat des consommateurs. Aussi les résultats de ce tableau sont une invitation à tourner le dos à l'importation massive du riz et à mettre en œuvre une politique sagement menée d'installation de jeunes sur les vastes terres arables et irrigables à volonté car le prix de revient de cette denrée est générateur de revenus à forte valeur ajoutée. Ainsi, « l'arme alimentaire » Sophie Bessis (1977), Joseph Klatzmann (1975), Susan George (1978), (1994), (2006) et Michael Lipton (1977), dont parlent les travaux des spécialistes de la question, n'offrira plus l'occasion aux multinationales de manipuler les consciences de nos populations en proie à des préoccupations existentielles sérieuses et difficiles à gérer.

## Conclusion

La problématique de la vie chère des années 2008 et 2009 s'est traduite par une flambée des prix des produits alimentaires dans toute la zone de l'Union Economique et Monétaire de l'Ouest Africain. Si la crise s'est manifestée à travers une hausse généralisée des prix des produits alimentaires, son impact a été tel que des troubles et autres remous sociaux ont paralysé des jours durant les capitales africaines d'Abidjan, de Dakar, de Ouagadougou et de Bobo – Dioulasso avec parfois des morts à déplorer.

Les populations ayant été touchées, la perception des responsables de la BCEAO de la crise alimentaire les a poussés à avoir des réactions en vue d'affronter ce conflit d'un type nouveau. De notre étude, il apparaît que la politique monétaire de l'institution bancaire recouvre une dimension sociale de gestion des crises qui fait appel à la stratégie en rapport avec une zone d'incertitude à gérer par la mise en œuvre de la théorie de la rationalité limitée.

Les réactions de la BCEAO ont laissé apparaître les limites mêmes des stratégies mises en place par les experts de l'institution dans la lutte contre la crise alimentaire de 2008. Pour Guy Rocher, le changement social s'impose à travers un processus permanent de recherche et de découverte des besoins d'une population frappée par la pauvreté, stressée, fébrile, en vue de financer la création de biens et services salutaires pour elle. En somme pour tous, le changement social doit prendre les allures d'une réforme agraire qui si elle est entreprise, améliore le statut social des ménages en les rendant moins vulnérables aux chocs externes de l'envolée des prix des produits de grande consommation et à la fronde sociale qui s'en suit. La Côte d'Ivoire regorge d'énormes potentialités et seule une volonté politique est en mesure d'engendrer des réformes salutaires tant au plan économique, social et politique. N'est-ce pas le prix à payer pour que les conflits et les violences engendrées par les crises alimentaires ne viennent compromettre les programmes économiques de développement humain durable et de lutte contre la pauvreté ?

## NOTES ET BIBLIOGRAPHIE

- 1- Michel Crozier et Ehrard Friedberg (1977) l'acteur et le système, les contraintes de l'action collective. Paris, Ed. du Seuil.
- 2- Luc Boltanski et Laurent Thévenot (1991). De la justification. Les économies de la grandeur. Paris, Ed Gallimard.
- 3- Jean-Yves carfantan, Charles Condamines (1980). Qui a peur du tiers- monde ? Paris, Ed du Seuil, Coll. "Points – politique", 298p.
- 4- Nathan Rosenberg Et L.E Birdzell. (1989). Comment l'Occident s'est enrichi – Paris, Ed. Fayard, Coll. "Nouveaux Horizons".
- 5- Douglass North et Robert Thomas. (1980). L'essor du monde Occidental – Paris, Ed. Flammarion.
- 6- Sophie Bessis. (1977) L'arme alimentaire. Paris, Ed. François Maspero, 306p.
- 7- M. Leurelin, J. Rogot (1999). « la gestion des conflits organisationnels et des autres rapports » In Agence Universitaire de la francophonie. Manuel de gestion. Montréal, Ed. Ellipses/ AUF, Vol.2.
- 8- Philippe Hougon (1995). L'économie de l'Afrique. Paris, Ed. La découverte, Coll "Repères" N°117.

- 9- Henri Rouille d'Orfeuill. (1992). Le tiers monde. Paris, Ed. la Découverte, Col. "Repères " N°53.
- 10- Axelle Kabou (1991). Et si l'Afrique refusait le développement ? Paris, Ed. l'Harmattan, 208p.
- 11- CEP II (1995). L'économie mondiale 1996. Paris, Ed. la Découverte, Coll. "Repères".
- 12- M. Aglietta et André Orléan (1982). La violence de la monnaie. Paris, Ed. Presse Universitaires de France, 324p.
- 13- Philippe Bernoux, M. Amblard et allü (1996). Les nouvelles approches sociologique des organisations. Paris, Ed. du seuil.
- 14- Philippe Bernoux. (1999). Sociologie des organisations. Initiation théorique suivie de douze cas pratiques. Paris, ISBN 2020 115700, 5<sup>ième</sup> édition.
- 15- Léon Assaraf. (1980). Diagnostic d'entreprise par le banquier. Paris, Ed. Centre de Librairie et d'Editions Techniques, 197p.
- 16- Philippe Delalande. (1984). Science économique et maîtrise de l'avenir. Paris, Ed. Economica.
- 17- Frank Hahn (1984). Monnaie et inflation. Paris, Ed. Economica, 133p.
- 18- Philippe Hougou / Jean Coussy / Olivier Sudrie (1991) Urbanisation et indépendance en Afrique Subsaharienne. Paris, Ed. CDU et SEDES Réunis, 227p.
- 19- Guy Rocher (1968). Introduction à la sociologie, le changement social. Paris, Ed. HMH, LTCE, 303p.
- 20- Walt Whitman Rostow (1962). Les étapes de la croissance. Paris, Ed. du Seuil, 200p.
- 21- Têêvi G. Têê Adjalogo. (1989). La question du plan Marshall et l'Afrique. Paris, Ed. de l'Harmattan, 191p.
- 22- Najib Akesbi (1993). L'impôt, l'Etat et l'ajustement. Rabah, actes Editions, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
- 23- Issiaka Koné (2000). Le Mandenkaya ou l'art d'exalter, de contenir et d'éteindre le conflit. Paris, Ed. Presse Universitaires du Septentrion, Coll. "Thèse à la Carte".
- 24- Sophie Bessis (2003) ; L'Occident et les autres : Histoire d'une suprématie – Paris, Ed. La Découverte. (l'objectif de cet ouvrage est de montrer que l'occident dans la volonté de domination au point d'imposer un ordre nouveau au tiers monde utilise l'arme alimentaire (faim, pénurie artificielle alimentaire, fixation unilatérale des prix des produits de première nécessité, subvention massive des produits agricoles occidentaux pour déstabiliser les pays du tiers monde, imposition de norme etc...)
- 25- Joseph Klatzmann (1975) Nourrir dix milliards d'hommes. Paris INRA Ed. PUF, chronique, 268p.
- 26- Susan George (1978) Comment meurt l'autre moitié du monde. Paris, Ed. Robert Laffont. Article broché.
- 27- Michael Lipton (1977) Why poor people stay poor: urban bias in world development (hardcover). Londres, Ed. Temple Smith, 467p.
- 28- Susan George (1994). Crédits sans frontières : la religion séculière de la Banque Mondiale. Article broché. Paris, Ed. Robert Laffont.
- 29- Susan George (2 Nov 2006) La faim dans le monde pour débutants. Article broché. Paris, Ed Robert Laffond.

- 30- Luc Boltanski et Laurent thévénot (1989) Justesse et Justice dans le travail. Paris, Ed. PUF, Cahiers du centre d'Etudes de l'Emploi, N°33
- 31- Luc Boltanski et Pierre Bourdieu (2008). La production de l'idéologie dominante. Paris, Ed. Demopolis.
- 32- Rapport du FMI. (Octobre 2008) sur les perspectives économiques et financières en Afrique Subsaharienne.
- 33- FMI. Revenu Finance et Développement (juin 2005). « Allègement de la dette et croissance ». rapport présenté par Raghuram Rajan. Conseiller économique et directeur du département des Etudes eu FMI.
- 34- Madame Acka – Aké Virginie. (31 Mars 2009). « Vulnérabilité de l'économie ivoirienne face aux chocs externes, en particulier l'envolée des cours des produits alimentaires et pétroliers ». Rapport présenté lors de la journée annuelle de diffusion des comptes extérieurs dans les pays de l'UEMOA.
- 35- CIPEC – Afrique (4 Août 2008). « Perspectives économiques et financières dans un contexte de crise alimentaire et énergétique. » Rapport présenté.
- 36- PNR. Rapport d'activités 2008.
- 37- Notes Mensuelles de l'institut National de la Statistique de Côte d'Ivoire.

# Evaluation du rôle de la protéine HlyX dans le développement anaérobie d'*Actinobacillus pleuropneumoniae*

N'DIAYE, M\*, TRAORE, D\*\* et NIANG, M\*\*\*.

## Résumé

*Actinobacillus pleuropneumoniae* est une bactérie gram négative de la famille des *Pasteurellaceae*. Elle cause une pleuropneumonie hémorragique et fibrineuse sévère chez les porcs. Les animaux guéris hébergent le germe dans les tissus nécrotiques et demeurent porteurs sains et constituent une source de contamination et de propagation de la maladie.

Le but de la recherche est d'évaluer le rôle de la protéine HlyX dans le développement d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* en conditions anaérobiques.

Les matériels étaient constitués d'*Actinobacillus pleuropneumoniae*, d'enzymes, de plasmides, de réactifs et de matériels de laboratoire (cf. annexe) et des amorces pour des amplifications lors des PCR.

La méthodologie a consisté à procéder à une étude comparative de la croissance et du comportement d'une souche mutante d'*Actinobacillus pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$  d'une souche sauvage d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* (souche sauvage) dans les conditions anaérobioses.

La présence de la protéine HlyX à travers le gène *hlyX* facilite le développement de l'*Actinobacillus pleuropneumoniae* en milieux anaérobiques ou pauvres en oxygène (séquestres). L'élimination de la protéine par délétion du gène *hlyX* affaiblit considérablement le germe et réduit aussi de façon significative ses activités en conditions anaérobiques. Dans ces conditions le mutant a montré une réduction significative de sa croissance après une incubation de 16 h en comparaison avec la souche sauvage *A. pleuropneumoniae*

**Mots clés :** *Actinobacillus pleuropneumoniae*, protéines, HlyX, culture anaérobie

---

\* Institut d'Economie Rurale ; \*\*Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA) ;

\*\*\*Laboratoire Central Vétérinaire de Bamako



## Abstract

*Actinobacillus pleuropneumoniae* is a gram negative bacterium of the Pasteurellaceae family. It causes severe hemorrhagic and fibrinous pleuropneumonia in pigs. The recovered animals harbor the germ in their necrotic tissues and remain healthy carriers and are sources of contamination and spread of the disease.

The aim of this study consist to evaluate the role of the protein HlyX in the development of *Actinobacillus pleuropneumoniae* under anaerobic conditions. The materials used consisted of *Actinobacillus pleuropneumoniae* strains, enzymes, primers, plasmids, reagents and laboratory equipment. The methodology was to test the growth and behavior of *Actinobacillus pleuropneumoniae*  $\Delta$  *hlyX* (mutant) and *Actinobacillus pleuropneumoniae* (wild strain) under anaerobic conditions.

The presence of the HlyX protein through *hlyX* gene facilitates the development of *Actinobacillus pleuropneumoniae* in anaerobic environment and oxygen poor (sequesters).

The elimination of the protein by deletion of *hlyX* gene considerably weakens the germ and also reduces significantly its activities in anaerobic conditions. In this conditions the mutant showed significant growth reduction after 16h of incubation compare to the wild strain.

**Keywords:** *Actinobacillus pleuropneumoniae*, protein, HlyX and anaerobic culture

## 1.Introduction

*Actinobacillus pleuropneumoniae* est une bactérie gram négative de la famille des Pasteurellaceae. La pleuropneumonie hémorragique et fibrineuse sévère dont il est responsable chez les porcs a une repartition mondiale. Les animaux atteints présentent des symptômes comme la dyspnoe, la toux, la fièvre, la léthargie, la diarrhée et le vomissement.

Les animaux guéris de la maladie hébergent le germe dans les tissus nécrotiques (Séquestres) pauvres en oxygène demeurent porteurs sains et constituent une source de contamination et de propagation de la maladie. *Actinobacillus pleuropneumoniae* a la faculté de survivre dans des tissus nécrotiques. L'hypothèse de recherche est la suivante : « la capacité d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* à survivre dans des milieux pauvres en oxygène influe sur la virulence et la persistance de la bactérie »

Le but de la recherche est d'évaluer le rôle du gène *hlyX* à travers la protéine qu'il induit dans la persistance et le développement d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* dans les milieux pauvres en oxygène.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Matériels

Le matériel animal était constitué de 18 porcelets de race « Deutsche Landrasse » âgés de 7 à 9 semaines. Les matériels de travail étaient constitués en outre d'une case d'aérosol construite par la firme de production de vaccins de Dessau (Allemagne) selon la méthode de Jacobsen et al. (1996) et d'étables de haute sécurité. Les matériels de laboratoire étaient constitués de thermocycler, de matériels d'électrophorèse, d'incubateurs,

de centrifugeuses et de petits équipements de laboratoire.

## 2.2 Méthodes

Milieux de culture et de croissance : *Actinobacillus pleuropneumoniae* a été cultivé sur milieux PPLO (Pleuropneumoniae Like Organism) supplémentés avec du nicotinamide dinucleotide (10 µg/ml), la L-glutamine (100 µg/ml), la L-cysteine-hydrochloride (260 µg/ml), la L-cystine-dihydrochloride (10 µg/ml), le dextrose (1 mg/ml) et Tween 80 (0,1%) sur gélose au sang de mouton ou gélose sélectif. Les PCR et les électrophorèses ont été réalisées selon le protocole de Sambrook et al. (1989).

Des cultures anaérobiques ont été utilisées pour la détermination de l'activité de l'aspartase et l'expression du DmsA selon le protocole de Baltes et al. (2003) et de Jacobsen et al. en 2005.

Pour la complémentation d'*Actinobacillus pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$ , les plasmides pHLYX1300 et pHLYX1301 ont été construits par insertion dans le plasmide pLS88 du gène (746 paires de base) préalablement récolté avec l'enzyme de restriction MfeI et amplifié avec les amorces oHLYX9 et oHLYX10 (fig. 1). Par électroporation ce plasmide a été introduit dans *Actinobacillus pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$  selon le schéma suivant :

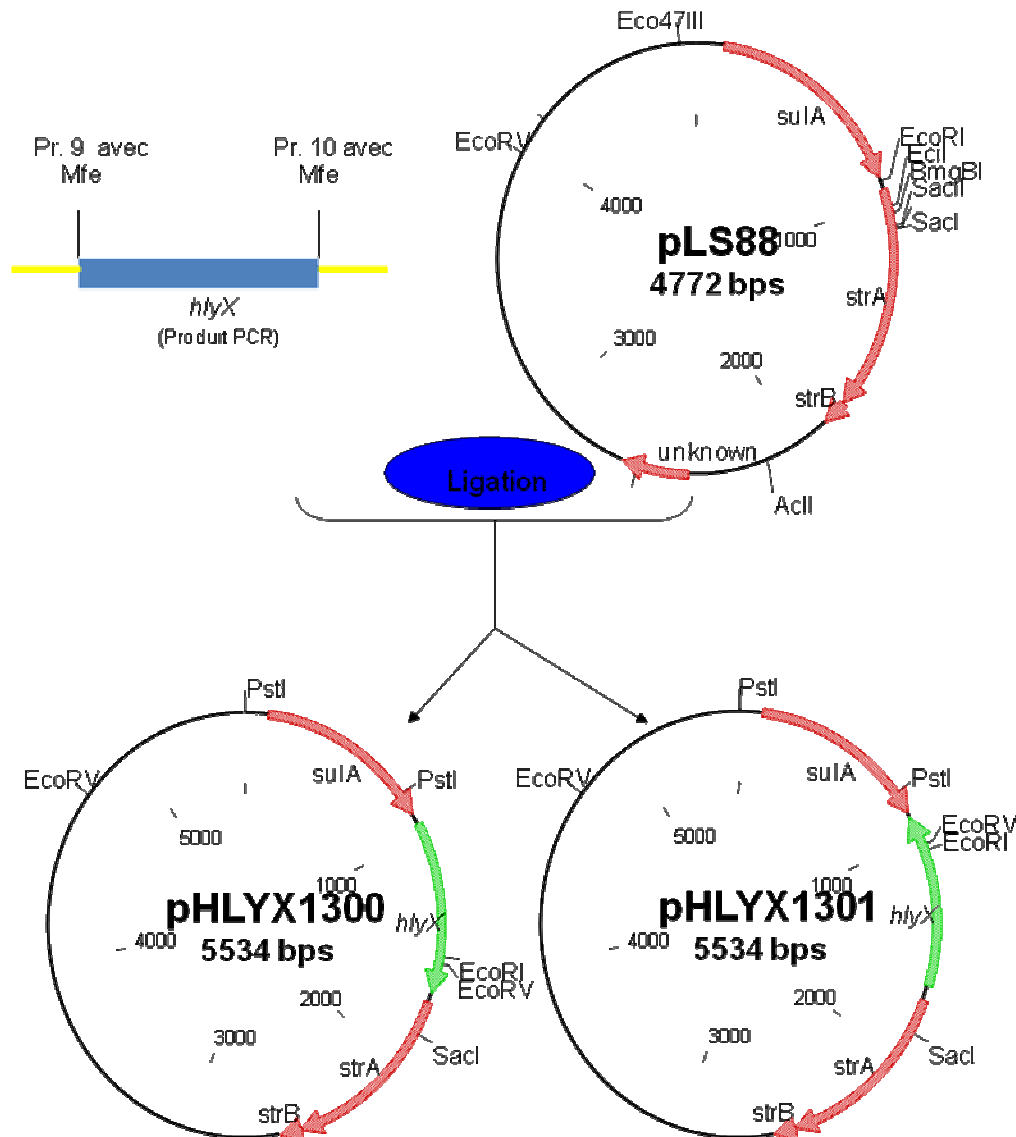


Figure 1 : complémentation du mutant avec le gène  $\Delta hlyX$

Le pellet sec a été utilisé pour l'appréciation de la croissance d'*Actinobacillus pleuropneumoniae*  $\Delta$ hlyX (mutant) et d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* AP76 (souche sauvage) en conditions d'anaérobiose. Cette comparaison a été réalisée à partir de pellets récoltés par centrifugation à partir de 100 ml de milieu de PPLO supplémenté et pré incubé pendant 48 h à 37°C dans une chambre anaérobique et ensuite ensemencé par une colonie par souche de bactérie et incubé pendant 16 h dans les mêmes conditions. Le choix du pellet sec a été motivé par la formation d'agréats au cours de la croissance de la bactérie en conditions anaérobiques. Les pellets ont été séchés à 80°C dans un four pendant 24 h. La comparaison a été faite avec le test de Student.

La persistance d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* dans les séquestres et dans les organes a été étudiée avec l'infection des animaux par aérosol selon la méthode décrite par Baltes et al. en 2001. Le mutant  $\Delta$ hlyX et *Actinobacillus pleuropneumoniae* AP76 (souche sauvage) ont été testés sur 18 porcelets de race « Deutsche Landrasse » âgés de 7 à 9 semaines cliniquement sains. Ces animaux ont fait l'objet d'analyses sérologiques afin d'exclure tout sujet ayant eu un contact préalable avec *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Ils ont été repartis en deux groupes randomisés pour apprécier la virulence et la persistance.

L'expérimentation sur les porcelets a duré 21 jours et a débuté par l'infection artificielle en aérosol. Les cultures utilisées ont été incubées jusqu'à l'obtention d'une densité optique (OD<sub>600</sub>) de 0,39 pour la souche sauvage et 0,44 pour le mutant et diluées 1 :30.000 selon le protocole de Baltes et al. 2001. Les animaux ont été infectés ensuite par groupe de 4 à 5 par une suspension de bactéries (13 ml) contenant  $9,6 \times 10^4$  CFU pour le groupe 1 (souche sauvage) et une autre contenant  $8,1 \times 10^4$  CFU pour le groupe 2 (mutant). L'insufflation de l'aérosol dans la case d'aérosol a duré 2 minutes avec une pression de 2 bars et l'exposition a été poursuivie pendant 10 minutes. L'aérosol a été ensuite aspiré de la case d'aérosol par système de pompage pendant 20 minutes.

L'examen post mortem et les analyses bactériologiques et histologiques ont été réalisés selon la méthode décrite par Baltes et al. en 2001. Les lésions pulmonaires ont été évaluées selon un système de score de Hannan et al. (1982). Le test de Mann Whitney a été utilisé pour l'analyse des scores.

L'isolement du mutant et de la souche sauvage à partir des échantillons prélevés (amygdales, ganglions bronchiques, muscle du cœur, tissus pulmonaires indemnes et affectés) lors de l'autopsie a été réalisé sur milieux de culture gélose au sang de mouton (Columbia) et gélose au sang sélective (Jacobsen et al. 1995). Pour la confirmation d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* des colonies suspectes ont été cultivées sur PPLO Agar supplémenté et analysées par PCR avec les amorces oHLYX7 et oHLYX8.

### 3. Résultats

Le pellet sec a été utilisé pour l'appréciation de la croissance d'*A. pleuropneumoniae* en conditions anaérobiques. Dans ces conditions le mutant a montré une réduction significative de sa croissance après une incubation de 16 h en comparaison avec la souche sauvage *A. pleuropneumoniae* (cf. figure 2). Le poids du pellet du mutant ( $14,6 \text{ mg} \pm 0,5$ ) a été réduit de 30,07 % par rapport à celui de la souche sauvage ( $20,88 \text{ mg} \pm 1,15$ ), cf. tableau 1

**Tableau 1 : Poids des pellets secs (mg) en cultures anaérobiques**

Nbre Essais	<i>A. pleuropneumoniae</i> AP76		<i>A. pleuropneumoniae</i> $\Delta$ hlyX	
	Mg	%	mg	%
Essai 1	21	100	-	-
Essai 2	23	100	14,1	100
Essai 3	21	100	13,1	100
Essai 4	18,5	100	16,6	100
Moyennes	20,88*	100	14,6*	100
Ecart types	1,15	0,00	0,50	0,00

T-Test: *A. pp* vs hlyX-Mutant

\* Différence statistiquement significative ( $p = 0,02625157$ )

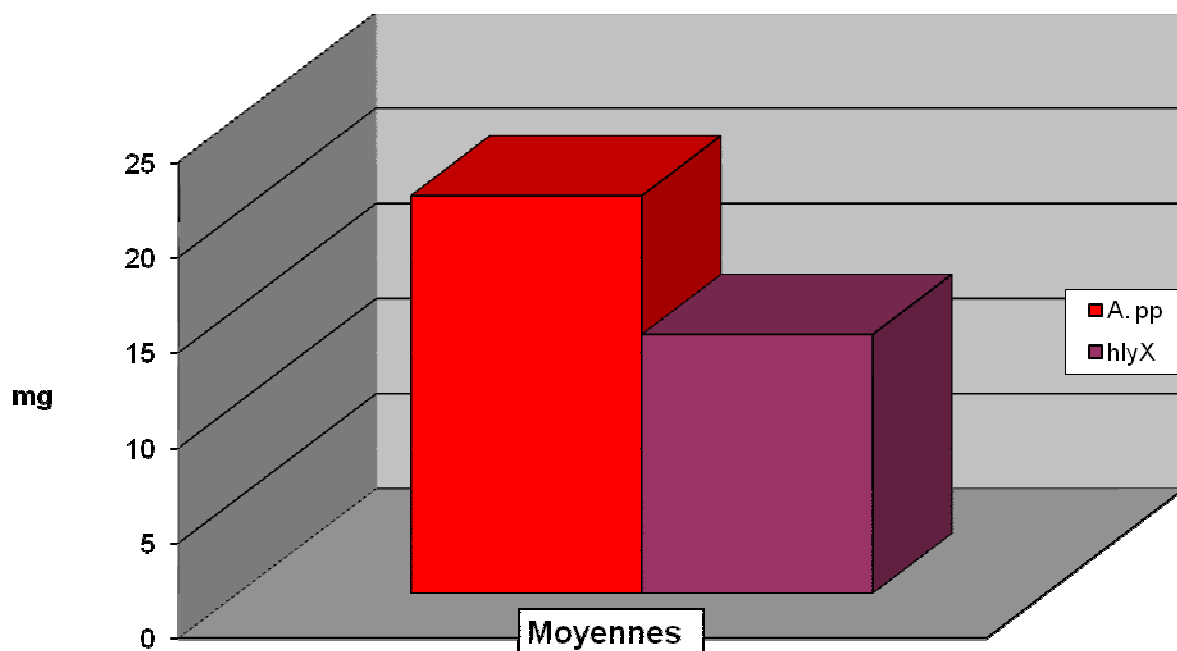


Figure 2: Poids sec comparatif des pellets des différentes souches

La construction des plasmides pHLX1300 et pHLXY1301 intégrant le gène *hlyX* intact et l'incorporation de ceux-ci dans le mutant par la transformation ont conduit à la complémentation. Cette complémentation réalisée a permis la restauration de l'activité de la protéine HlyX (cf. tableau 2). Il ressort de l'analyse du tableau 2 qu'*Actinobacillus pleuropneumoniae* souche sauvage et mutant complémenté font montre de plus d'activité en conditions d'anaérobiose.

**Tableau 2 :** Comparaison de l'activité de l'aspartase en conditions anaérobiques chez *A. pleuropneumoniae*, *A. pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$ , *A. pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$  + pHLXY1300, *A. pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$  + pHLXY1301

Souches	Activité de l'aspartase en conditions anaérobiques
<i>A. pleuropneumoniae</i> AP76	$191 \pm 34^a$
<i>A. pleuropneumoniae</i> $\Delta hlyX$	$106 \pm 21^a$
<i>A. pleuropneumoniae</i> $\Delta hlyX$ + pHLXY1300	$202 \pm 25^a$
<i>A. pleuropneumoniae</i> $\Delta hlyX$ + pHLXY1301	$104 \pm 13^a$

<sup>a</sup>, moyenne arithmétique de trois mesures indépendantes d'*A. pleuropneumoniae* AP76 et d'*A. pleuropneumoniae*  $\Delta hlyX$

L'activité de l'aspartase n'a pu être restaurée qu'avec le plasmide de complémentation pHLXY1300 intégrant le gène dans le même sens que le promoteur (tableau 2).

Pour l'appréciation de la présence des germes, à l'autopsie et dans le groupe 1, *A. pleuropneumoniae* AP76 (souche sauvage) a été mise en évidence massivement dans les séquestres des six animaux ayant présenté des lésions pulmonaires ( $4,6 \times 10^6$  à  $4 \times 10^7$  CFU par gramme de tissu). Seuls chez deux des trois sujets du groupe 2 ayant présenté des lésions pulmonaires le mutant a été isolé dans les tissus nécrotiques ( $2,5 \times 10^5$  et  $3,4 \times 10^5$

CFU par gramme de tissu) à des quantités beaucoup plus faibles que celles de la souche sauvage. La souche sauvage du groupe 1 a été en outre isolée dans les amygdales (6/8), dans les ganglions trachéobronchiques (4/8), et dans les tissus pulmonaires intacts de tous les animaux. Aucun mutant n'a été isolé dans les tissus pulmonaires intacts, dans les amygdales et dans les ganglions des animaux du groupe 2. Le mutant s'est révélé moins virulent que la souche sauvage.

#### 4. Discussion

La suppression des deux gènes *dmsA* et *aspA* a induit une réduction de la croissance d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* en conditions anaérobiques (JACOBSEN, 2005) comparable à celle obtenue avec la délétion du gène *hlyX*. Le serotype 2 d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* avec une mutation chimique a montré une virulence réduite (RYCROFT et al. 1991) comme le mutant *A. pleuropneumoniae*  $\Delta$ *hlyX*. Un double mutant ( $\Delta$ *ureC* et *apxIIA* d'*A. pleuropneumoniae* a été aussi atténué (TONPPITAK et al. 2002) que le mutant *A. pleuropneumoniae*  $\Delta$ *hlyX*. Un mutant spontané d'*Actinobacillus pleuropneumoniae* n'a présenté aucune virulence (ANDERSON et al. 1991) contrairement au mutant *A. pleuropneumoniae*  $\Delta$ *hlyX* qui a montré une virulence résiduelle.

Après infection artificielle et l'autopsie 21 jours après, aucun *A. pleuropneumoniae*  $\Delta$ *hlyX* (mutant) n'a été isolé dans les tissus pulmonaires intacts et dans les amygdales. Il n'a été aussi mis en évidence que dans les tissus nécrotiques (séquestres) chez deux animaux sur trois ayant présenté des lésions. Le nombre de germes isolés dans le groupe 1 a été sensiblement plus faible que dans le groupe de la souche sauvage. Cette différence pourrait s'expliquer par une faible adaptation du mutant aux conditions anaérobiques dans les séquestres et dans les amygdales démontrant ainsi le rôle de la protéine HlyX dans la régulation du métabolisme chez *A. pleuropneumoniae*.

L'absence du mutant *A. pleuropneumoniae*  $\Delta$ *hlyX* dans les amygdales et dans les tissus pulmonaires intacts pouvait être due au niveau élevé de glutathion dans le liquide épithélial (epithelial lining fluid : ELF) qui conduit à la réduction de l'oxygène. Cet antioxydant a été reconnu comme moyen de protection chez l'homme et chez d'autres mammifères en particulier chez les porcs pour lutter contre les effets oxydatifs survenant au cours des inflammations du tractus respiratoire (Cantin et al. 1987, Day et al. 2004 et Yam et Roberts, 1980).

La protéine HlyX ne semble pas être le seul facteur responsable de la colonisation et de la persistance au regard de la persistance résiduelle observée. *Actinobacillus pleuropneumoniae* doit avoir d'autres facteurs susceptibles de maintenir cette persistance résiduelle. Le régulateur *ArcAB* est probablement un de ces facteurs potentiels qui mériterait de faire l'objet d'investigation. Il a été en effet associé à la persistance et à la virulence en conditions anaérobiques chez des germes apparentés comme *Haemophilus influenzae* et *Vibrio cholerae* (SENGUPTA et al. 2003 ; SOUZA-HART et al. 2003).

#### 5. Conclusion

L'expérimentation a montré que la présence de la protéine HlyX à travers le gène *hlyX* facilite le développement de l'*Actinobacillus pleuropneumoniae* en milieux anaérobiques ou pauvres en oxygène (séquestres). L'élimination de la protéine par délétion du gène *hlyX* affaiblit considérablement le mutant et réduit aussi de façon significative ses activités en conditions anaérobiques et sa virulence. Il a été ainsi moins retrouvé dans les tissus nécrotiques et sains. Sa persistance résiduelle malgré la délétion du gène laisse penser à la présence d'autres facteurs susceptibles de lui conférer cette faculté de persistance et donc sa dangerosité en tant que source de contamination potentielle.

## 6. Références

1. ANDERSON, C., A. A. POTTER u. G. F. GERLACH (1991): Isolation and molecular characterization of spontaneously occurring cytolysin-negative mutants of *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 7  
Infect. Immun. 59, 4110-4116
2. BALTES, N., W. TONPITAK, G. F. GERLACH, I. HENNIG-PAUKA, A. HOFFMANN-MOUJAHID, M. GANTER u. H. J. ROTHKOTTER (2001): *Actinobacillus pleuropneumoniae* iron transport and urease activity: effects on bacterial virulence and host immune response, Infect. Immun. 69, 472-478
3. BALTES, N., I. HENNIG-PAUKA, I. JACOBSEN, A. D. GRUBER u. G. F. GERLACH (2003): Identification of dimethyl sulfoxide reductase in *Actinobacillus pleuropneumoniae* and its role in infection. Infection and Immunity 71, 6784-6792
4. CANTIN, A. M., S. L. NORTH, R. C. HUBBARD u. R. G. CRYSTAL (1987): Normal alveolar epithelial lining fluid contains high levels of glutathione.  
J. Appl. Physiol 63, 152-157
5. DAY, B. J., A. M. VAN HEECKEREN, E. MIN u. L. W. VELSOR (2004): Role for cystic fibrosis transmembrane conductance regulator protein in a glutathione response to bronchopulmonary *Pseudomonas* infection.  
Infect. Immun. 72, 2045-2051
6. HANNAN, P. C., B. S. BHOGAL u. J. P. FISH (1982): Tylosin tartrate and tiamutilin effects on experimental piglet pneumonia induced with pneumonic pig lung homogenate containing mycoplasmas, bacteria and viruses.  
Res. Vet. Sci. 33, 76-88
7. JACOBSEN, I., I. HENNIG-PAUKA, N. BALTES, M. TROST u. G.-F. GERLACH (2005): Enzymes involved in anaerobic respiration appear to play a role in *Actinobacillus pleuropneumoniae* virulence.  
Infect Immun 73, 226-234
8. JACOBSEN, M. J., J. P. NIELSEN u. R. NIELSEN (1996): Comparison of virulence of different *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotypes and biotypes using an aerosol infection model.  
Vet. Microbiol. 49, 159-168
9. RYCROFT, A. N., D. WILLIAMS, I. A. MCCANDLISH u. D. J. TAYLOR (1991): Experimental reproduction of acute lesions of porcine pleuropneumonia with a haemolysin-deficient mutant of *Actinobacillus pleuropneumoniae*.  
Vet. Rec. 129, 441-443
10. SAMBROOK, J., E. F. FRITSCH, and T. MANIATIS (1989): Molecular cloning: a laboratory manual, 2nd ed. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, N. Y
11. SENGUPTA, N., K. PAUL u. R. CHOWDHURY (2003): The global regulator ArcA modulates expression of virulence factors in *Vibrio cholerae*.  
Infect. Immun. 71, 5583-5589
12. SOUZA-HART, J. A., W. BLACKSTOCK, M. DI, V, I. B. HOLLAND u. M. KOK (2003): Two-component systems in *Haemophilus influenzae*: a regulatory role for ArcA in serum resistance, Infect. Immun. 71,

13. TONPITAK, W., N. BALTES, I. HENNIG-PAUKA u. G. F. GERLACH (2002):  
Construction of an *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 2 prototype live negative-marker vaccine.  
*Infect Immun* 70, 7120-7125

14. YAM, J. u. R. J. ROBERTS (1980): Oxygen-induced lung injury in the newborn piglet.  
*Early Hum. Dev.* 4, 411-424

## ANNEXES

### Enzymes

Endonucleases de restriction	Firmes
ApaI	NEB, Schwalbach, Taunus
AscI	NEB, Schwalbach, Taunus
BamHI	NEB, Schwalbach, Taunus
BglII	NEB, Schwalbach, Taunus
BsrI	NEB, Schwalbach, Taunus
DraI	NEB, Schwalbach, Taunus
EcoRI	NEB, Schwalbach, Taunus
EcoRV	NEB, Schwalbach, Taunus
HindIII	NEB, Schwalbach, Taunus
MfeI	NEB, Schwalbach, Taunus
NotI	NEB, Schwalbach, Taunus
PspomI	NEB, Schwalbach, Taunus
PstI	NEB, Schwalbach, Taunus
SacI	NEB, Schwalbach, Taunus
TaqI	NEB, Schwalbach, Taunus
XcmI	NEB, Schwalbach, Taunus
XhoI	NEB, Schwalbach, Taunus
Lysozyme	SIGMA, Deisen
DNase, RNase libre	Boehringer, Mannheim
RNase	Boehringer, Mannheim
T4 DNase-ligase	Boehringer, Mannheim
Klenow Enzyme	Boehringer, Mannheim
Taq-DNA-Polymerase	Stratagene, Heidelberg

*Produits chimiques*

Produits	Firmes
Acryl amid	Serva, Heidelberg
Agar-Agar	Roth, Karlsruhe
Agarose	Appligene, Illkirch, Frankreich
Ampicilline	SIGMA, Deisen
Bacto® Tryptone	Difco, Augsburg
BCIP (5-bromo-4-chloro-indolyl phosphate)	SIGMA, Deisen
Sérum de bovin	WDT, Hoyerhagen
Albumine de Sérum de bovin (BSA)	New England Biolabs, Schwalbach
Bleu de Bromphenol	SIGMA, Deisen
Chloramphénicol	SIGMA, Deisen
Chloroforme	Roth, Karlsruhe
$\alpha^{32}$ P-dCTP	NEN, Boston, MA, U.S.A
L-Cysteine hydrochloride monohydrate	SIGMA, Deisen
DAPI	Merck, Darmstadt
Diethanolaminiethanolamin ACS Reagence	Sigma, Deisen
Diethylamine	Sigma, Deisen
Dimethylsulfoxyde (DMSO)	Sigma, Deisen
EDTA	Roth, Karlsruhe
Bromure d'éthidium	SIGMA, Deisen
Ethanol	SIGMA, Deisen
Glycérine	Elch-Apotheke, Hanovre
Gelatine	Roth, Karlsruhe
Extrait de champignon	SIGMA, Deisen
HCl (acide chlorhydrique)	Roth, Karlsruhe
IPTG (Isopropyl- $\beta$ -D-Thiogalactosid)	Merck, Darmstadt
Alcool d'isoamyl	Roth, Karlsruhe
Isopropanol	Roth, Karlsruhe
Canamycine	Roth, Karlsruhe
Sulfate de magnésium	SIGMA, Deisen
Methanol	Merck, Darmstadt
Huile minérale	SIGMA, Deisen
NaCl	Roth, Karlsruhe Roth, Karlsruhe
NaOH	SIGMA, Deisen
Phenol	SIGMA, Deisen
Phenyl-methyl-sulfonyl-fluoride (PMSF)	Roth, Karlsruhe
Acide phosphorique (pur)	Serva, Heidelberg
PPLO-Agar	Merck, Darmstadt Merck, Darmstadt
Saccharose	Difco, Augsburg
Sarcosyl (N-lauryl-sarcosine)	Roth, Karlsruhe Roth, Karlsruhe



SDS (Laurylsulfat)	SIGMA, Deisen
Acetat de sodium	SIGMA, Deisen SIGMA, Deisen
Chloride de sodium	SIGMA, Deisen SIGMA, Deisen
Tris (hydroxymethylaminomethane)	SIGMA, Deisen SIGMA, Deisen
Acetat de Tris	SIGMA, Deisen
Tris-HCl	Roth, Karlsruhe
TCA (liquide)	Serva, Heidelberg
TCA (solide)	Merck, Darmstadt
Tween 20	Roth, Karlsruhe
X-Gal (5-bromo-4-chloro-3-indolyl-galactosid)	SIGMA, Deisen

#### Appareils de laboratoires

Appareils	Firmes
Thermocycler	Eppendorf AG, Hamburg, Allemagne
BioRad MultiAnalyst-System	BioRad, München, Allemagne
Equipement d'Électrophorese Easy Cast <sup>TM</sup>	
Électrophoresis System	MWG, München, Allemagne
Centrifugeuse à froid Sorvall	Bad Homburg, Pharmacia, Freiburg
Four d' Hybridisation	Appligene, Illkirch, France
Chauffage Multi-Block	Lab-line Instr., inc., Illinois, USA
UV-Transilluminateur GEX-TFX-20M	GmbH, Heidelberg, Allemagne
Vortex Genie2	Bender und Hobein, Suisse
Orbital-Schüttler 3011	GFL, Burgwedel, Allemagne
Bains maris 37°C, 55°C, 16°C	GFL, Burgwedel, Allemagne
Spectrophotomètre Ultrospec III	Pharmacia, Freiburg, Allemagne
Appareil de PFGE; Chef DRIII	BioRad, München, Allemagne
	Schleicher und Schuell, Dassel, Allemagne
Filtre de papier (Gel-Blotting-Papier)	Appligene, Illkirch, France
Membrane de nylon (Positive)	GmbH, Heiderberg, Allemagne
Kamera Polaroid	Dianova, Hamburg, Allemagne
Gene Clean II Kit Bio 101 <sup>®</sup>	Macherey-NAGEL GmbH&CO., Allemagne
Kit d'Extrait de Nucleospine	Amicon, Heraeus Instr.Osterode, Allemagne
Film Kodak X-OMAT AR	Liebherr, Ochsenhausen, Allemagne
	Heraeus, Osterode, Allemagne
Congélateur -20°C	New Brunswick, Scientific Co, USA
Congélateur -70°C	Heraeus, Osterode, Allemagne
Incubateurs mouvants (Séries 25)	
Microcentrifugeuses MC 13	