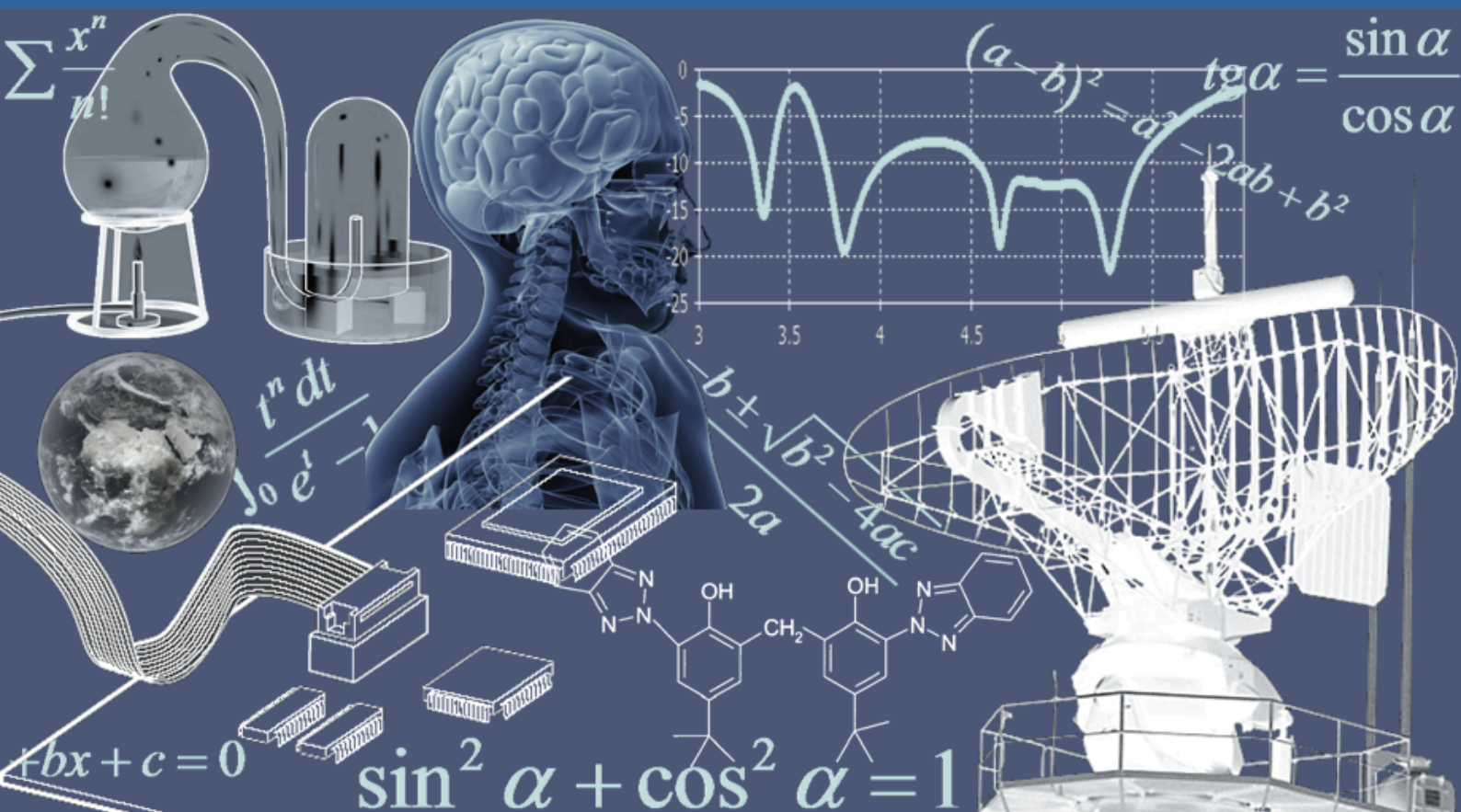


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 22 N. 1 December 2017



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

International Journal of Innovation and Applied Studies (ISSN: 2028-9324) is a peer reviewed multidisciplinary international journal publishing original and high-quality articles covering a wide range of topics in engineering, science and technology. IJIAS is an open access journal that publishes papers submitted in English, French and Spanish. The journal aims to give its contribution for enhancement of research studies and be a recognized forum attracting authors and audiences from both the academic and industrial communities interested in state-of-the art research activities in innovation and applied science areas, which cover topics including (but not limited to):

Agricultural and Biological Sciences, Arts and Humanities, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Business, Management and Accounting, Chemical Engineering, Chemistry, Computer Science, Decision Sciences, Dentistry, Earth and Planetary Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Environmental Science, Health Professions, Immunology and Microbiology, Materials Science, Mathematics, Medicine, Neuroscience, Nursing, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceuticals, Physics and Astronomy, Psychology, Social Sciences, Veterinary.

IJIAS hopes that Researchers, Graduate students, Developers, Professionals and others would make use of this journal publication for the development of innovation and scientific research. Contributions should not have been previously published nor be currently under consideration for publication elsewhere. All research articles, review articles, short communications and technical notes are pre-reviewed by the editor, and if appropriate, sent for blind peer review.

Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Table of Contents

Enseignement et apprentissage de l'étude de fonctions rationnelles en 5e scientifique et technique industrielle	1-11
<i><u>MAKIADI NZUMBA José Modeste, MUSESA LANDA Alain, and NGILAMBI - te - AKONAMBI</u></i>	
FACTEURS EDAPHIQUES ET DYNAMIQUE DES TERRES AGRICOLES DANS LE BASSIN ARACHIDIER DE LA REGION DE THIES (SENEGAL) : EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DES POPULATIONS	12-28
<i><u>Souleymane DIALLO, Mariama Diouldé Diallo, Hassan Bismarck NACRO, Sobère Augustin Traoré, and Aminata N'DIAYE</u></i>	
PROLAPSUS UTERIN : PREVALENCE, FACTEURS DE RISQUE ET PRISE EN CHARGE A KISANGANI EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO	29-37
<i><u>Likilo Osundja Jeremy, Bosenge Nguma Jean Didier, Lemalema Litanga Benjamin, Kyembwa Mulyumba Michel, Taji Leki, Katenga Bosunga, and Komanda Likwekwe</u></i>	
Operador media potencia pesada lingüística y su aplicación en la toma de decisiones	38-43
<i><u>Salah Hasan Saleh Al-Subhi, Gaafar Sadeq Saeed Mahdi, Milton Villegas Alava, Miton Pedro Yobanis Piñero Pérez, and Maikel Leyva Vázquez</u></i>	
Transesterification of Waste Cooking Oil with Methanol and Characterization of the Fuel Properties of the Resulting Methyl Ester and its Blends	44-53
<i><u>Opeyemi Seriffdeen Jimoh and Samson K. Fasogbon</u></i>	
Experimental Investigation of Combustion Characteristics of Waste Cooking Oil Methyl Ester and its Blends in Compression Ignition Engine	54-63
<i><u>Samson K. Fasogbon and Opeyemi Seriffdeen Jimoh</u></i>	
Programmes d'Insertion Professionnelle et Employabilité des Jeunes Diplômés au Cameroun	64-77
<i><u>Innocents KOLLO BANDIBENO</u></i>	
Protective effects of the aqueous extract of Bersama engleriana leaves against cypermethrin-induced oxidative stress and reproductive toxicity in male guinea pig (Cavia porcellus)	78-85
<i><u>VEMO Bertin Narcisse, KENFACK Augustave, NIINGOU NDOUYA Badou Zaki, NGOULA Ferdinand, NANTIA AKONO Edouard, TSAMBOU MEGNIMEZA Astride Martine, GUIKEP NOUNAMO Arthénice Jemima, NELO Chancel Patrick, NGALEU NJIEUDEU Claude Cedric, YIDJEU NANA Ferry, and Teguia Alexis</u></i>	

Enseignement et apprentissage de l'étude de fonctions rationnelles en 5^e scientifique et technique industrielle

MAKIADI NZUMBA José Modeste¹, MUSESA LANDA Alain², and NGILAMBI - te – AKONAMBI³

¹Institut Supérieur Pédagogique et Technique de Kinshasa, RD Congo

²Université de Kinshasa, RD Congo

³Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Cet article présente une ingénierie didactique pour l'enseignement et l'apprentissage de l'étude de fonctions rationnelles dans les classes de 5^e scientifique et technique industrielle.

Cette ingénierie fait suite à l'observation de classes et à l'analyse de l'enseignement de l'étude de fonctions rationnelles dans ces classes, que nous avons faites dans certaines écoles de la Ville de Kinshasa.

Une approche méthodologique est utilisée au niveau de l'enseignement pour faciliter les apprentissages et favoriser l'acquisition de connaissances afin que les élèves puissent étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés.

KEYWORDS: enseignement, apprentissage, étude de fonctions rationnelles, ingénierie didactique.

1 INTRODUCTION

Nous présentons dans ce travail, une ingénierie didactique pour enseigner et apprendre l'étude de fonctions rationnelles.

Pour élaborer cette ingénierie didactique, nous nous servons de quelques éléments de la théorie des situations didactiques de Guy BROUSSEAU et de la dialectique outil-objet de Régine DOUADY.

En effet, pendant la conception et la réalisation des séquences d'enseignement de l'ingénierie didactique sur l'étude de fonctions rationnelles, les notions mathématiques interviennent tantôt comme objets d'enseignement, tantôt comme outils pour résoudre certains problèmes.

Cet article cherche à répondre à la question suivante : comment doit se faire le processus d'enseignement et d'apprentissage de l'étude de fonctions rationnelles pour que les élèves puissent étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés ?

Pour ce faire, nous nous inspirons de Michèle ARTIGUE (1996), en utilisant la méthodologie d'ingénierie didactique qui consiste en la conception, la réalisation (ou l'expérimentation), l'observation et l'analyse des séquences d'enseignement et d'apprentissage de l'étude de fonctions rationnelles ainsi que des notions qui en constituent les étapes.

Nous concevons des situations didactiques (ou situations d'enseignement) permettant de construire des séquences d'enseignement et d'apprentissage des notions qui constituent les étapes de l'étude de fonctions rationnelles. Nous déterminons donc le contenu d'enseignement et la manière d'enseigner chacune de ces notions, en précisant ce que l'enseignant doit faire et ce que les élèves doivent faire pendant la leçon. En effet, en nous référant au contrat didactique, il y a ce que le professeur enseigne et la manière dont il doit l'enseigner, et ce que les élèves doivent savoir et comment ils doivent le savoir.

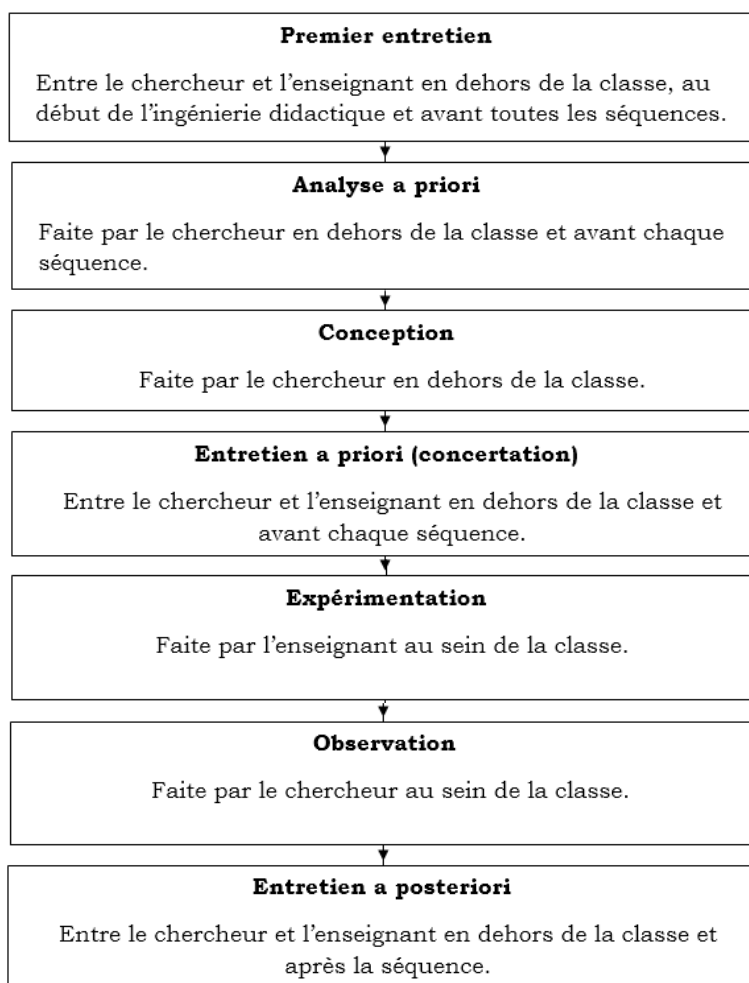
Pour chaque séquence d'enseignement, nous proposons une manière d'enseigner les notions qui constituent les étapes de l'étude de fonctions rationnelles dans le but de faciliter l'apprentissage de ces notions. En procédant ainsi, nous préparons petit à petit l'étude de fonctions rationnelles car, une bonne maîtrise de chacune de ces notions facilite l'étude de fonctions rationnelles qui en est la synthèse.

L'ingénierie didactique mise en place est une succession ou mieux un enchaînement de situations d'enseignement et d'apprentissage pour permettre aux élèves d'étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés.

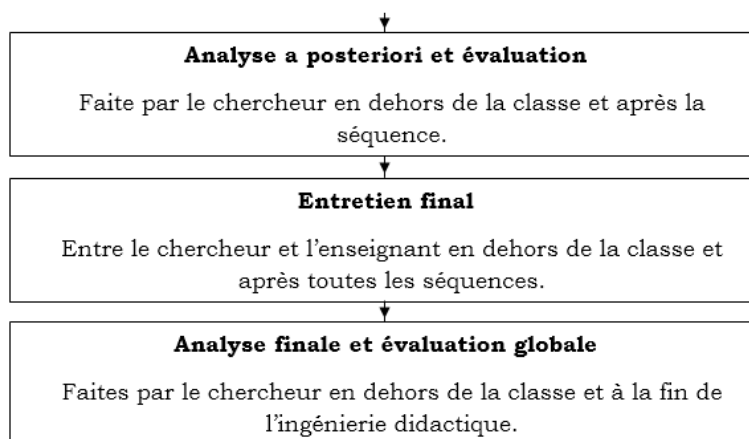
La réalisation de l'ingénierie didactique s'est faite dans 5 classes ordinaires de 5^è¹ scientifique ou technique industrielle de 5 écoles différentes.

Soit un total de 236 élèves et 5 enseignants ont participé à l'expérimentation de notre ingénierie didactique.

Schéma de la mise en place de l'ingénierie didactique



¹ La classe de 5^e secondaire en République Démocratique du Congo est l'avant-dernière classe dans l'enseignement secondaire.



2 DIFFÉRENTES SITUATIONS DIDACTIQUES

Nous mettons en place une ingénierie didactique en utilisant une approche par situations d'enseignement.

Ainsi, nous partons de la situation d'enseignement de l'étude d'une fonction rationnelle comme situation didactique principale (ou fondamentale).

A partir de cette situation didactique principale, nous construisons des séquences d'enseignement des notions qui constituent les étapes de l'étude de fonctions rationnelles. Chacune de ces séquences constitue une situation didactique (ou d'enseignement) secondaire.

Les situations didactiques secondaires mises successivement ensemble permettent de résoudre la situation didactique principale.

En effet, les différentes situations d'enseignement secondaires fournissent des moyens à mettre en œuvre, par les élèves, pour résoudre l'activité proposée dans la situation d'enseignement principale, qui est d'étudier une fonction rationnelle.

L'ingénierie didactique construite s'articule autour de la situation didactique principale car le but de ce travail est de permettre aux élèves d'étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés.

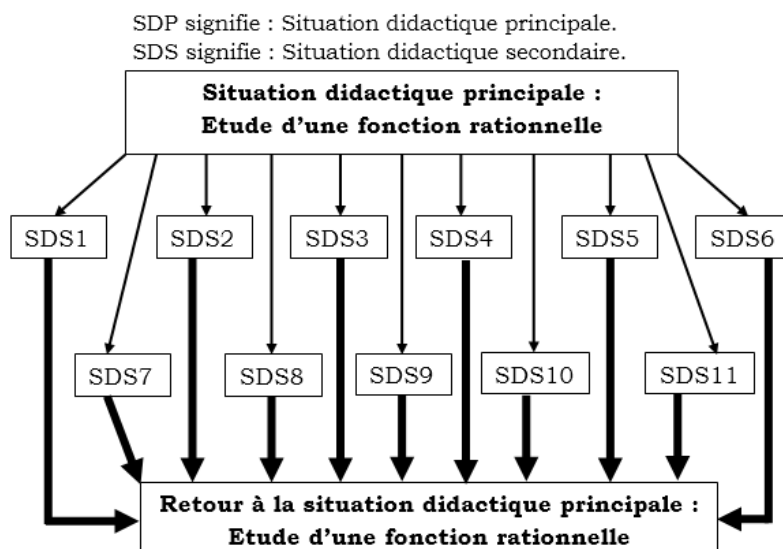
Les activités, à proposer aux élèves dans chaque séquence (ou situation didactique secondaire), se présentent sous forme des exercices (à résoudre en classe ou en dehors de la classe). En effet, Annick FLUCKIGER (2000, p9), dans sa thèse de doctorat, met en évidence la remarque des didacticiens des mathématiques qui ont montré que : « *l'accès de l'élève au sens des concepts se fait à travers son activité et non pas à partir d'un discours aussi parfait soit-il* ».

Il précise que : « *activité est en général, dans l'enseignement des mathématiques, assimilé à résolution des problèmes* ».

En plus, un problème peut-être défini comme étant un exercice un peu plus complexe, qui renferme une ou plusieurs inconnues.

Paul ROBERT (1992, p1534) dans son dictionnaire « le petit Robert 1 » définit un problème comme étant « *une question à résoudre, portant soit sur un résultat inconnu à trouver à partir de certaines données, soit sur la détermination de la méthode à suivre pour obtenir un résultat supposé connu* ». Alors que le dictionnaire LAROUSSE (1996, p824) donne la définition suivante : « *un problème est un exercice scolaire consistant à trouver les réponses à une question posée à partir de données connues* ».

Les situations didactiques sont résumées par le schéma ci-dessous :



SDP : Etude d'une fonction rationnelle.

Activité : Etudier une fonction rationnelle.

SDS 1 : Domaine de définition d'une fonction rationnelle.

SDS2 : Parité d'une fonction rationnelle.

SDS 3 : Limites infinies, Limites pour x tendant vers l'infini et Limites de la forme $\frac{\infty}{\infty}$.

SDS 4 : Asymptotes à la courbe représentative d'une fonction rationnelle.

SDS 5 : Positions relatives de la courbe représentative d'une fonction rationnelle par rapport à ses asymptotes.

SDS 6 : Domaine de continuité d'une fonction rationnelle.

SDS 7 : Calcul de la dérivée d'une fonction rationnelle.

SDS 8 : Calcul de dérivées successives d'une fonction rationnelle.

SDS 9 : Interprétation géométrique de la dérivée-Equation de la tangente en un point d'une courbe.

SDS10 : Propriétés de la dérivée première d'une fonction rationnelle.

SDS11 : Propriétés de la dérivée seconde d'une fonction rationnelle.

Retour à la SDP : Etudier une fonction rationnelle, en dressant le tableau des variations et en construisant la courbe représentative de la fonction.

3 PREMIER ENTRETIEN

Le premier entretien s'est déroulé avant de commencer toutes les séquences d'enseignement. Au cours de cet entretien, nous avons parlé avec chacun des enseignants qui devaient participer à l'expérimentation de l'ingénierie didactique, de l'**objet** de la recherche qui est « *de concevoir, de réaliser (ou d'expérimenter), d'observer et d'analyser des séquences d'enseignement et d'apprentissage de l'étude de fonctions rationnelles ainsi que des notions qui en constituent les étapes* » et cela dans le **but** « *de faciliter l'apprentissage des élèves pour que ces derniers soient capables d'étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés* ». Nous avons également fait allusion à la façon dont la recherche doit se réaliser.

Nous leur avons dit que la méthodologie d'ingénierie didactique que nous utilisons, se caractérise par une situation d'enseignement élaborée par le chercheur et réalisée par l'enseignant.

Nous avons montré à ces enseignants que :

1. C'est en faisant travailler les élèves (ce qui constitue de la dévolution) que l'on va susciter des apprentissages. Il s'agit de donner aux élèves beaucoup d'exercices à faire en classe et en dehors de la classe. Ces exercices doivent être des

applications des notions théoriques enseignées (connaissances déclaratives et procédurales) et portant sur les fonctions rationnelles. C'est-à-dire les situations adidactiques doivent être intégrées dans les situations didactiques. Et à la fin de l'ingénierie, mettre à la disposition des élèves plusieurs fonctions rationnelles à étudier, en tenant compte des degrés et des formes du numérateur et du dénominateur qui constituent des variables didactiques.

2. Les élèves doivent d'abord travailler individuellement. Le rôle de l'enseignant doit être limité à aider les élèves à comprendre l'énoncé de l'exercice et dans certains cas, à donner quelques indications.

Les élèves doivent produire eux-mêmes les réponses attendues (situation d'action). Et après, l'enseignant doit donner aux élèves, l'occasion de formuler les réponses trouvées à ces exercices (situation de formulation) et de prouver que ces réponses sont correctes (situation de validation) pour les faire profiter à tous.

Ensuite, l'enseignant doit retenir les bonnes démarches et formulations utilisées par les élèves (situation d'institutionnalisation au cours de laquelle l'enseignant et les élèves travaillent ensemble).

3. Les activités qui sont les exercices que l'enseignant propose aux élèves, favorisent les apprentissages chez les élèves.
4. En résolvant des nombreux exercices, les élèves ont l'occasion de refaire la matière qu'ils ont étudiée. Ces répétitions multiples permettent de consolider les apprentissages. En effet, on apprend les mathématiques et on ne peut les comprendre qu'en les faisant soi-même.
5. Pour faciliter les apprentissages, les connaissances déclaratives (définitions, propriétés, théorèmes, principes,...) doivent être enseignées avant les connaissances procédurales (règles, formules, calculs, ...). Et que la signification des différentes notions enseignées doit précéder tout calcul sur ces notions.

Certaines difficultés rencontrées par les élèves surviennent parce que les connaissances déclaratives apprises n'ont pas été bien intégrées ou bien utilisées dans les connaissances procédurales.

6. Une connaissance apprise n'est stable dans la mémoire des élèves que si les occasions de l'utiliser sont nombreuses et si les élèves sont capables de pouvoir la mobiliser dans la résolution d'un problème (ou d'un exercice). Il s'agit ici de la dialectique outil-objet.
7. Dans la résolution des exercices qui suivent une leçon théorique, au cours de laquelle un savoir a été présenté, les élèves ne font que rechercher les ressemblances entre l'exercice à résoudre et le savoir qui leur a été présenté par l'enseignant et comment appliquer ou utiliser ce savoir.
8. L'enseignant doit tenir compte des liens existants entre les notions mathématiques à enseigner et celles déjà enseignées et apprises par les élèves (ce qui a trait au caractère outil-objet des notions mathématiques).
9. Une distinction doit être faite entre l'objet mathématique qui est une fonction rationnelle et sa représentation qui est son graphique (ou sa courbe représentative). Ceci, dans le but d'éviter la confusion qui existe chez certains élèves et certains enseignants. En effet, certaines propriétés et notions sont rattachées uniquement à une fonction, telles que :

- domaine de définition et domaine de continuité d'une fonction
- parité, limite et dérivées d'une fonction

D'autres propriétés et notions sont rattachées uniquement à une courbe, telles que :

- asymptotes à une courbe et tangente en un point d'une courbe
- sens de concavité d'une courbe et point d'inflexion d'une courbe

Des correspondances peuvent être faites entre certaines propriétés et notions rattachées à une fonction avec celles rattachées à une courbe, telles que :

- signes d'une fonction et positions relatives d'une courbe par rapport à l'axe des abscisses et aux quatre quadrants.
- fonction croissante et courbe ascendante
- fonction décroissante et courbe descendante
- valeur maximale d'une fonction et point maximum d'une courbe
- valeur minimale d'une fonction et point minimum d'une courbe
- tableau des variations d'une fonction qui associe les propriétés de la fonction et celles de la courbe.

Des indications ont été données aux enseignants sur la façon d'introduire les fonctions rationnelles, au cours de la leçon portant sur la définition d'une fonction réelle (ou numérique) d'une variable réelle et ses différentes formes.

En effet, une fraction rationnelle est une fraction de la forme $\frac{P(x)}{Q(x)}$ où $P(x)$ et $Q(x)$ sont de polynômes en x ; c'est donc un quotient de deux polynômes. Une fonction rationnelle est définie par :

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \mapsto f(x) = \frac{P(x)}{Q(x)}$$

L'image $f(x)$ d'un élément x de $\mathbb{R}$ par une fonction rationnelle est une fraction rationnelle.

Exemples : 1) $f: x \mapsto \frac{2x^2+5x-3}{x+7}$ 2) $f(x) = \frac{7x^2+9}{x^2+5x+6}$ 3) $f: x \mapsto \frac{x^3}{x^2-3}$ 4) $f(x) = \frac{4x+3}{x^3-1}$

Cas particuliers

1. Une fonction polynôme est une fonction rationnelle dont

$$Q(x) = 1 \text{ (polynôme de degré zéro).}$$

2. Au cas où $P(x)$ est un polynôme de degré 1 ou 0 et $Q(x)$ est un polynôme de degré 1, la fonction rationnelle est de la forme :

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \mapsto f(x) = \frac{ax+b}{cx+d} \text{ avec } b, c \in \mathbb{R}^* \text{ et } a, d \in \mathbb{R}.$$

Et est appelée fonction homographique.

Exemples : 1) $f(x) = \frac{3x+1}{2x-5}$ 2) $f(x) = \frac{2x}{x+7}$ 3) $f(x) = \frac{5x-4}{3x}$
 4) $f(x) = \frac{-9}{x-13}$ 5) $f(x) = \frac{17}{2x}$ 6) $f(x) = \frac{1}{x}$

4 DÉROULEMENT DES SÉQUENCES D'ENSEIGNEMENT

Pour chaque séquence d'enseignement :

1. Nous précisons le **titre de la matière à enseigner**.
2. Nous faisons une **analyse a priori**, au cours de laquelle nous déterminons :
 - 2.1. Le milieu didactique des élèves qui est la classe.
 - 2.2. Les connaissances antérieures à mobiliser par les élèves.
 - 2.3. Les variables didactiques à manipuler par l'enseignant.
 - 2.4. L'objectif de la leçon.
3. Nous faisons la **conception** de la séquence c'est-à-dire nous déterminons le contenu de la leçon (matière à enseigner) et les exercices à proposer aux élèves.
4. Il y a un **entretien a priori** au cours duquel nous nous concertons avec chacun des enseignants sur :
 - 4.1. L'objectif de la leçon.
 - 4.2. Ce que doit faire l'enseignant (situation didactique)
 - 4.3. Ce que doivent faire les élèves (situation a-didactique)

La résolution des exercices doit constituer également un moment adidactique de cette situation didactique (ou d'enseignement).

Pendant que les élèves doivent travailler, il ne doit pas y avoir d'interventions didactiques (c'est-à-dire d'interventions de l'enseignant pour donner un enseignement, sous forme d'explications, aux élèves).

La dévolution doit se réaliser et il doit y avoir adidacticité.

- 4.4. Le choix des exercices à faire, par les élèves, en classe ou en dehors de la classe qui est laissé à chacun des enseignants.

Ces exercices sont choisis parmi ceux proposés par le chercheur, en tenant compte des variables didactiques.

- 4.5. La correction des copies du travail à faire, par les élèves, en dehors de la classe (devoir à domicile), qui doit être faite d'abord par le chercheur et ensuite par l'enseignant.

Le chercheur s'occupe de la mise en œuvre des connaissances apprises en classe. C'est l'enseignant qui attribue une note chiffrée aux élèves.

5. La **réalisation** est conduite par l'enseignant.
6. L'**observation** est faite par le chercheur.

Les observables à notre disposition sont :

- Les différents moments du déroulement de la leçon : ce que fait l'enseignant, ce qu'il dit et écrit au tableau et ce que font les élèves.
- Les actions et les réactions de l'enseignant et des élèves.
- Les questions posées par l'enseignant aux élèves et les réponses des élèves à ces questions.
- Les questions posées par les élèves à l'enseignant et les réponses de l'enseignant à ces questions.
- La production des élèves (en classe ou en dehors de la classe).

7. Il y a un **entretien a posteriori** quelques temps après la leçon : nous nous entretenons avec l'enseignant qui l'a réalisée, sur son déroulement (ce qui s'est passé pendant la leçon) et sur la production des élèves en dehors de la classe (après la leçon).

Pendant la correction de cette production, ce sont les élèves qui doivent travailler. L'enseignant ne fera qu'institutionnaliser les bonnes réponses trouvées par les élèves et le plus souvent, en présence du chercheur.

Les devoirs à domicile consistent en la résolution d'exercices. Le but des devoirs à domicile est de renforcer les connaissances acquises par les élèves, en classe, pendant la leçon. Ce qui permet à l'enseignant d'évaluer les stratégies de résolution mises en œuvre par les élèves afin d'assurer la continuité de l'apprentissage.

8. Il y a une **analyse a posteriori et une évaluation** qui sont basées sur : ce qui a été fait lors de l'analyse a priori, les comportements que l'analyse a priori permet de prévoir et ce qui a été convenu ensemble avec chacun des enseignants lors de l'entretien a priori. Nous essayons de voir si tous ces éléments se sont produits à travers les comportements observés chez les élèves pendant la leçon et dans les travaux (productions des élèves) exécutés en classe ou en dehors de la classe.

Résolution des exercices en classe

Les exercices proposés aux élèves sont ceux dont la résolution nécessite la mobilisation des connaissances (déclaratives et procédurales) apprises.

Les élèves travaillent d'abord individuellement afin de donner à chacun d'eux l'occasion de mettre en œuvre les moyens possibles pour résoudre l'exercice (c'est-à-dire d'agir sur l'exercice, ce qui constitue une situation d'action) et de formuler la réponse trouvée à l'intention de toute la classe (situation de formulation).

En effet, le travail individuel est un facteur qui favorise et consolide les apprentissages. Chaque élève de la classe doit travailler.

Et après, il y a des interactions entre élèves sous forme de discussions pour permettre la validation (justification) de la réponse trouvée qu'on a formulée (situation de validation), le plus souvent, sans l'intervention de l'enseignant.

Ainsi, on ouvre la possibilité de moments adidactiques et l'exercice proposé est considéré comme support possible d'une situation adidactique.

C'est pendant les moments d'institutionnalisation (des réponses trouvées) que la classe travaille en mode collectif c'est-à-dire tous les élèves ensemble avec l'enseignant.

Correction des devoirs à domicile

Pour la correction des travaux faits à domicile, les élèves sont chargés de résoudre, un à un, au tableau, les exercices qui leur ont été proposés.

Des discussions sont menées en classe, entre élèves, au cas où une réponse n'est pas bien formulée ou des précisions sont à donner. Ceci, dans le but d'amener l'élève se trouvant au tableau à comprendre son erreur et à la corriger. Ce qui permet de progresser au niveau des connaissances acquises et des méthodes de résolution à utiliser.

5 RETOUR À LA SITUATION DIDACTIQUE PRINCIPALE :

DERNIÈRE SÉQUENCE D'ENSEIGNEMENT

1. Matière à enseigner : étude d'une fonction rationnelle.

2. Variables didactiques à manipuler par l'enseignant :

Le degré et la forme du numérateur et du dénominateur de la fraction rationnelle $f(x)$ qui constitue l'image de x par la fonction rationnelle f .

3. Objectif de la leçon :

Amener les élèves à être capable d'étudier une fonction rationnelle.

Etudier une fonction rationnelle c'est partir de son expression analytique pour aboutir à sa représentation graphique (ou sa courbe représentative).

Cette séquence d'enseignement constitue la synthèse des toutes les onze séquences précédentes. Au cours de cette séquence, les élèves doivent utiliser toutes les connaissances apprises lors des séquences précédentes.

4. Conception de la leçon :

Le contenu de la leçon est constitué de la marche à suivre pour étudier une fonction et de la résolution de quelques exemples sur l'étude d'une fonction rationnelle.

5. Lors de l'entretien a priori, nous nous concertons avec chacun des enseignants sur :

5.1. Ce que doit faire l'enseignant (situation didactique)

- Présenter la marche à suivre pour étudier une fonction.
- A travers les différentes étapes, l'enseignant doit montrer aux élèves que :
 - (1) l'étude du signe de la fonction donne une première idée sur la construction du graphique.
En effet, les positions relatives de la courbe par rapport à l'axe des abscisses permettent de situer cette courbe dans les quatre quadrants.
 - Pour déterminer les équations des asymptotes verticale et horizontale, on peut se servir des résultats du calcul des limites de la fonction aux bornes du domaine de définition.
 - (2) la détermination des positions relatives de la courbe par rapport aux asymptotes donne une deuxième idée sur la construction du graphique.
 - (3) l'étude du signe de la dérivée première et l'étude des variations de la fonction (croissance, décroissance, extremums) donnent une troisième idée sur la construction du graphique.
 - (4) l'étude du signe de la dérivée seconde, le sens de concavité de la courbe et les points d'inflexion éventuels donnent une quatrième idée sur la construction du graphique.
 - Une erreur commise au point (1), ou au point (2), ou au point (3), ou encore au point (4), va conduire à quelques contradictions sur l'allure de la courbe et des corrections nécessaires doivent être faites.
 - Avec ce qui est fait aux points (1), (2), (3) et (4) ci-dessus, l'allure finale de la courbe est presque totalement déterminée.
- L'enseignant doit indiquer aux élèves que le calcul des limites de la fonction aux bornes du domaine de définition ajoute d'autres précisions sur la courbe et une erreur commise sur ce calcul conduit à quelques contradictions avec ce qui est fait aux points (1), (2), (3) et (4) ci-dessus.
- Pour dresser le tableau des variations de la fonction, l'enseignant doit attirer l'attention des élèves sur :
 - Les valeurs remarquables à mettre sur la ligne de x , qui sont : les bornes du domaine de définition, les abscisses des points de rencontre de la courbe avec l'axe des x , les valeurs se trouvant sur la ligne de x de l'étude du signe de la dérivée première et les valeurs se trouvant sur la ligne de x de l'étude du signe de la dérivée seconde.

- La reprise correcte du résultat de l'étude du signe de la dérivée première sur la ligne de y' ou $f'(x)$ et la reprise correcte du résultat de l'étude du signe de la dérivée seconde sur la ligne de y'' ou $f''(x)$.
- La manière de placer tout ce qui doit se trouver sur la ligne de y ou $f(x)$.
- L'enseignant doit insister sur le fait que le tableau des variations de la fonction est un tableau synthèse qui rassemble tous les résultats obtenus aux étapes précédentes et qui permet de trouver l'allure finale de la courbe représentative de la fonction.

En y plaçant les limites de la fonction aux bornes du domaine de définition, d'autres précisions s'ajoutent sur le tracé de la courbe.

- L'enseignant doit déterminer, ensemble avec les élèves, les équations des tangentes à la courbe aux points remarquables (points de rencontre de la courbe avec les axes de coordonnées, extremums et points d'inflexion).
- L'enseignant doit construire, ensemble avec les élèves, le graphique ou la courbe représentative de la fonction, en veillant à ce que le repère soit orthonormé.

Pour construire la courbe représentative de la fonction, on suit l'ordre suivant :

- a) On trace les axes de coordonnées et on les gradue.
 - b) On trace les asymptotes éventuelles.
 - c) On place les points remarquables.
 - d) On place quelques points supplémentaires choisis judicieusement de manière à faciliter la construction (ou le tracé) de la courbe.
 - e) On trace la courbe en s'appuyant sur :
 - les limites de la fonction aux bornes du domaine de définition.
 - les différentes positions relatives de la courbe trouvées aux points (1), (2), (3) et (4).
 - les différents résultats se trouvant sur la ligne de y ou $f(x)$ dans le tableau des variations de la fonction.
 - f) On trace les tangentes aux points remarquables.
- L'enseignant doit montrer aux élèves, la compatibilité
 - des positions relatives de la courbe par rapport à l'axe des abscisses.
 - avec les positions relatives de la courbe par rapport aux asymptotes.
 - avec les variations de la fonction.
 - avec le sens de concavité de la courbe et les points d'inflexion éventuels.

5.2. Ce que doivent faire les élèves (situation adidactique)

- Déterminer le domaine de définition et le domaine de continuité de la fonction.
- Etudier la parité de la fonction.
- Déterminer les points d'intersection de la courbe avec les axes de coordonnées, avec l'aide de l'enseignant.
- Etudier le signe de la fonction et participer à la détermination des positions relatives de la courbe par rapport à l'axe des abscisses.
- Déterminer les bornes du domaine de définition et calculer les limites à ces bornes.
- Déterminer les équations des asymptotes à la courbe, le centre de symétrie de la courbe (s'il existe) et les positions relatives de la courbe par rapport aux asymptotes.
- Calculer la dérivée première de la fonction, étudier le signe de cette dérivée première et étudier les variations de la fonction.
- Calculer la dérivée seconde de la fonction, étudier le signe de cette dérivée seconde et déterminer le sens de concavité de la courbe et les points d'inflexion éventuels.

- Dresser le tableau des variations de la fonction, avec l'aide de l'enseignant.
- Déterminer les équations des tangentes aux points remarquables.
- Construire la courbe représentative de la fonction avec l'aide de l'enseignant. Ils doivent :
 - tracer les axes de coordonnées et les graduer.
 - tracer les asymptotes.
 - placer les points remarquables.
 - choisir quelques points supplémentaires (on choisit l'abscisse et on détermine son ordonnée) et placer ces points dans le plan cartésien, si nécessaire, avec l'aide de l'enseignant.
 - tracer la courbe en s'appuyant sur le tableau des variations de la fonction et en tenant compte : des limites de la fonction aux bornes du domaine de définition, des différentes positions relatives de la courbe trouvées aux étapes précédentes et des différents résultats qui se trouvent sur la ligne de y dans le tableau des variations de la fonction.
 - tracer les tangentes aux points remarquables.

6. Analyse a posteriori et évaluation

En analysant les productions des élèves en classe ou en dehors de la classe, nous avons constaté que :

214 élèves sur 236 (soit environ 91%) sont parvenus à :

étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés c'est-à-dire à partir de l'expression analytique de la fonction, en passant par toutes les étapes jusqu'à aboutir à sa représentation graphique.

Les 22 élèves, qui ne sont pas parvenus à étudier une fonction rationnelle, ont commis des erreurs à l'une ou l'autre étape de l'étude de la fonction.

6 ENTRETIEN FINAL

A la fin de toutes les séquences d'enseignement, un entretien final a eu lieu avec chacun des enseignants ayant participé à l'expérimentation de l'ingénierie didactique.

Au cours de cet entretien, le chercheur et chacun des enseignants ont parlé du déroulement général de l'ingénierie didactique dans chacune des classes et des résultats auxquels ils ont aboutis.

En effet, l'expérimentation de l'ingénierie didactique s'est passée dans des bonnes conditions, les élèves se sont bien appliqués dans les travaux exécutés en classe ou en dehors de la classe et la grande majorité des élèves est parvenue à étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés.

7 ANALYSE FINALE ET ÉVALUATION GLOBALE DE L'INGÉNIERIE DIDACTIQUE

Les résultats de l'analyse des séquences d'enseignement et des productions des élèves montrent que les notions mathématiques qui ont fait l'objet de l'ingénierie didactique sont relativement bien acquises par les élèves et que ces notions sont accessibles aux élèves des classes de 5^e scientifique et technique industrielle.

Ces résultats montrent aussi que l'étude de fonctions rationnelles est assimilée par les élèves et elle peut effectivement être enseignée dans ces classes. Après application de cette ingénierie didactique, les élèves sont capables d'étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés.

Pour la dernière séquence sur l'étude d'une fonction rationnelle, qui constitue la synthèse de toutes les séquences, 214 élèves sur 236 (soit environ 91%) sont parvenus à étudier une fonction rationnelle.

Au cours de cette dernière séquence d'enseignement, une grande importance est accordée au tableau des variations et à la construction de la courbe représentative de la fonction. Car, ils prennent en compte tout ce qui a été fait avant. Plusieurs précisions sont données sur la résolution de chacune de ces deux étapes.

Le degré et la forme du numérateur et du dénominateur de la fraction rationnelle $f(x)$ qui constitue l'image de x par la fonction rationnelle f , sont des variables didactiques qui sont à la disposition de l'enseignant et qu'il peut manipuler.

Le changement d'un de ces éléments conduit à un changement de stratégies de résolution chez les élèves et les pousse à mobiliser d'autres connaissances. Pour le degré, nous avons :

$$\frac{1^{\text{er}} \text{ degré}}{1^{\text{er}} \text{ degré}} \quad (\text{fonction homographique}); \quad \frac{2^{\text{e}} \text{ degré}}{1^{\text{er}} \text{ degré}}; \frac{1^{\text{er}} \text{ degré}}{2^{\text{e}} \text{ degré}};$$

$$\frac{2^{\text{e}} \text{ degré}}{2^{\text{e}} \text{ degré}}; \frac{3^{\text{e}} \text{ degré}}{1^{\text{er}} \text{ degré}}; \frac{1^{\text{er}} \text{ degré}}{3^{\text{e}} \text{ degré}}; \frac{3^{\text{e}} \text{ degré}}{2^{\text{e}} \text{ degré}} \quad \text{et} \quad \frac{2^{\text{e}} \text{ degré}}{3^{\text{e}} \text{ degré}}.$$

Pour la forme, nous avons : monôme, binôme, trinôme, produit de deux formes précédentes.

Le caractère outil-objet de plusieurs notions mathématiques est présent lors de la réalisation de l'ingénierie didactique. Nous avons noté chez les élèves une forte mobilisation des connaissances antérieures, qui sont des outils nécessaires dans la résolution des activités proposées à chaque séquence d'enseignement.

8 CONCLUSION

Dans l'ingénierie didactique construite, nous avons fourni aux enseignants une approche pour enseigner et aux élèves des stratégies pour apprendre l'étude de fonctions rationnelles.

Dans les activités que nous avons proposées pendant la réalisation de l'ingénierie didactique, le rôle de l'enseignant était limité. Il pouvait aider les élèves à comprendre l'énoncé de l'activité et dans certains cas, donner quelques précisions. Les élèves devaient trouver eux-mêmes la réponse attendue.

Ce changement de contrat didactique permet aux élèves d'entrer dans la situation adidactique qui favorise et consolide les apprentissages. En plus, il n'y a pas apprentissage sans adidacticité.

Des exercices bien choisis ont été proposés aux élèves pendant les séquences d'enseignement ou sous forme des travaux à faire en dehors de la classe.

Ces exercices sont des supports des situations adidactiques permettant des apprentissages chez les élèves et poussent ceux-ci à la mobilisation et à l'usage des connaissances que requiert la résolution de ces exercices.

Ainsi donc, un enseignement approprié de l'étude de fonctions rationnelles ainsi que des notions qui en constituent les étapes :

- facilite les apprentissages des élèves ;
- favorise l'acquisition de connaissances chez les élèves ;
- conduit au fonctionnement correct du savoir enseigné ;
- et permet aux élèves d'étudier une fonction rationnelle sans trop de difficultés.

Par stratégies fournies aux élèves pour apprendre, il faut entendre : la manière de faire tout ce qui est demandé aux élèves de faire en classe ou en dehors de la classe. Il s'agit donc d'un ensemble d'actions soigneusement coordonnées en vue de faciliter l'apprentissage.

REFERENCES

- [1] ARTIGUE, M. (1996). Ingénierie didactique. Dans J. BRUN, (dir), *Didactique des mathématiques*, (pp 243-274). Lausanne, Paris : Delachaux et Niestlé.
- [2] BROUSSEAU, G. (1997). La théorie des situations didactiques. Cours donné lors de l'attribution à Guy BROUSSEAU du titre de Docteur honoris causa de l'Université de Montréal. *Revue : Interactions didactiques*, pp 1-57.
- [3] DOUADY, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Revue : Recherches en Didactique des Mathématiques*, n°7 (2), pp 5-31.
- [4] FLUCKIGER, A. (2000). *Genèse expérimentale d'une notion mathématique : la notion de division comme modèle de connaissances numériques*. Thèse de Doctorat, Université de Genève, Suisse.
- [5] ROBERT, P. (1992). *Le petit Robert 1, dictionnaire de la langue française*. Paris, France : Editions Dictionnaires Le Robert.
- [6] DICTIONNAIRE LAROUSSE (1996). Belgique.

FACTEURS EDAPHIQUES ET DYNAMIQUE DES TERRES AGRICOLES DANS LE BASSIN ARACHIDIER DE LA REGION DE THIES (SENEGAL) : EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DES POPULATIONS

Souleymane DIALLO¹, Mariama Diouldé Diallo², Hassan Bismarck NACRO², Sobère Augustin Traoré², and Aminata N'DIAYE²

¹Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie, Dakar, Sénégal

²Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol, Burkina Faso

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Soil fertility is an indicator of good agricultural production and consequently of the agricultural activity of a locality. In the Sahel and in particular in the basin of the Thies region, soils gradually lose their production capacity. Desertification caused by the combined and simultaneous action of climatic and anthropogenic factors continues to progress. However, studies by the National Agency for Statistics and Demography (ANSD) reveal that the extent of farms in the different regions of Senegal is not correlated with the potential of land production. The objective of this study is to determine whether the areas cultivated in the groundnut basin of the Thies region are related to soil fertility. The methodology adopted is based on a physico-chemical soil analysis to determine a possible relationship between soil fertility and the extent of agricultural land. Field studies were also carried out on the adaptation strategies developed by local producers in the face of this decline in soil fertility. The Bernoulli formula was used for the selection of the study sample. The results of the soil physico-chemical analysis reveal that the areas cultivated by farmers are larger in the less fertile lands. Therefore, the control methods undertaken in the face of declining soil fertility have been fruitful.

KEYWORDS: Edaphic factor, dynamics of cropland, efficiency, adaptation strategy, basin of the Thies region.

RESUME: La fertilité du sol est un indicateur de la bonne production agricole et par conséquent de l'activité agricole d'une localité. Dans le Sahel et en particulier dans le bassin de la région de Thiès, les sols perdent progressivement leur capacité de production. La désertification causée par l'action combinée et simultanée des facteurs climatiques et anthropiques continue de progresser. Toutefois, les études de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) révèlent que l'étendue des exploitations agricoles dans les différentes régions du Sénégal n'est pas en corrélation avec le potentiel de production du sol. L'objectif de cette étude est de déterminer si les superficies cultivées dans le bassin arachidier de la région de Thiès sont liées à la fertilité du sol. La méthodologie adoptée repose sur une analyse physico-chimique des sols pour déterminer une relation possible entre la fertilité du sol et l'étendue des terres agricoles. Des études de terrain ont également été menées sur les stratégies d'adaptation développées par les producteurs locaux face à cette baisse de la fertilité des sols. La formule de Bernoulli a été utilisée pour la sélection de l'échantillon de l'étude. Les résultats de l'analyse physico-chimique du sol révèlent que les zones cultivées par les agriculteurs sont plus importantes dans les terres moins fertiles. Par conséquent, les méthodes de lutte entreprises face à la baisse de la fertilité des sols ont été fructueuses.

MOTS-CLEFS: Facteurs édaphiques, dynamique des terres de culture, efficience, stratégie d'adaptation, bassin de la région de Thiès.

1 INTRODUCTION

La mise en culture des terres du bassin arachidier remonte à l'époque coloniale. Elle a servi de source de production alimentaire et de revenu pour la population locale et le reste du pays vu l'importance de sa production sur le plan régional [1]. De nos jours, ces terres connaissent de très fortes baisses de rentabilité suite à l'exploitation intensive et à la péjoration des conditions climatiques. Tout cet ensemble conduit à des situations critiques qui poussent une majorité de ces habitants à migrer vers d'autres lieux à la recherche de terres plus propices et qui peuvent fournir de meilleurs rendements agricoles [2]. Face à la pression démographique, la fertilité des sols du plateau de Thiès décroît et cette baisse de fertilité des sols entraîne la migration des agriculteurs vers les terres de bas fond où l'ensablement constitue aussi un inconvénient pour l'agriculture [3]. La perte de capacité productive des sols du bassin est renforcée par une méconnaissance des propriétés de ces derniers de la part de certains de leurs exploitants agricoles ; de cette ignorance il résulte une pratique agricole non adaptée à ces types de sols avec toutes les conséquences qui en découlent [4]. Les récentes enquêtes de terrain [4] nous ont permis de savoir que les productions agricoles d'avant ne sont pas comparables avec celles d'aujourd'hui.

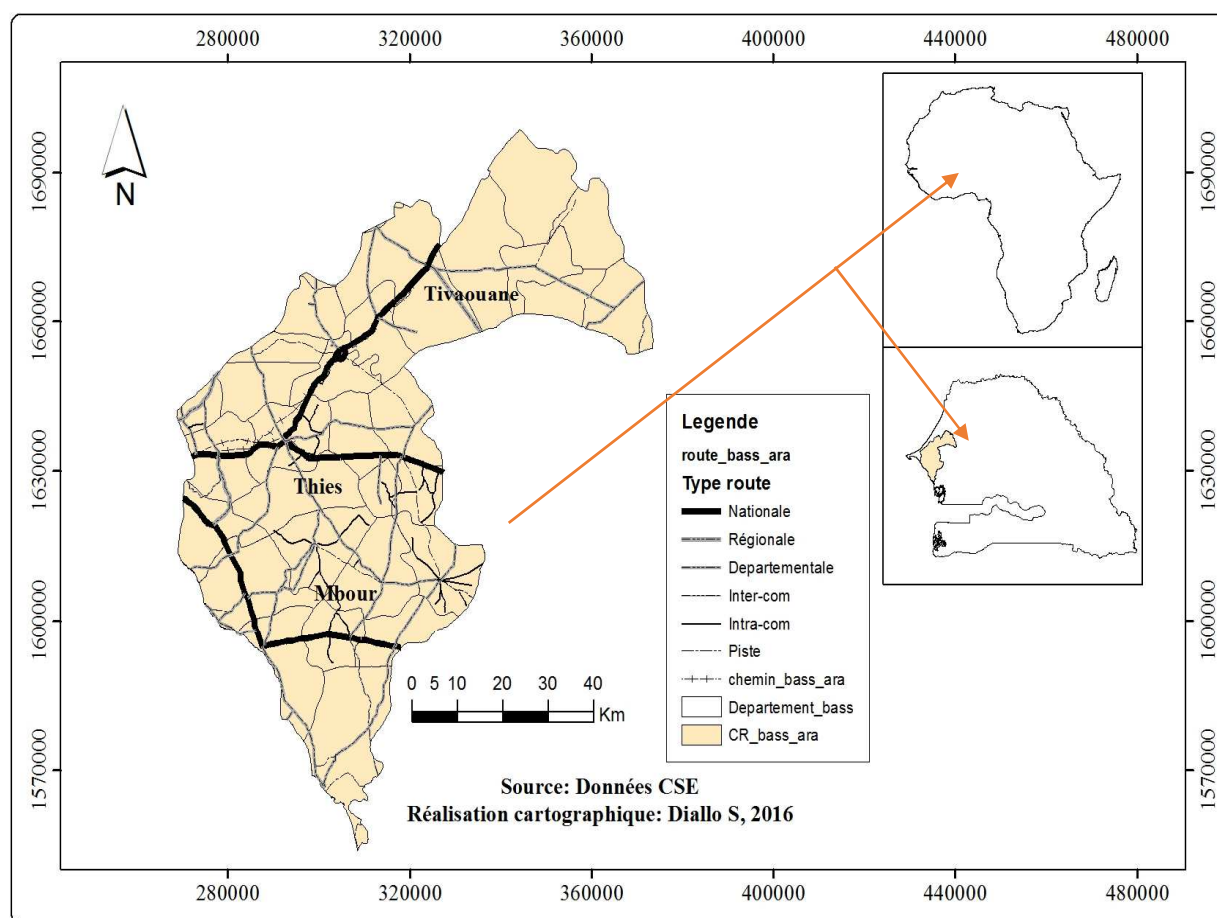
On note que la diminution de la fertilité des sols se manifeste à des degrés divers dans les différentes localités et cela sans doute du fait de l'accentuation des forces érosives liées à l'écoulement de l'eau qui est plus forte lorsque la topographie est accidentée [5]. A celle-ci, il faut ajouter l'érosion éolienne justement liée à la dénudation des surfaces à cause de l'absence ou la raréfaction des arbres et dont l'impact est la désertification. Plusieurs stratégies d'adaptation (intensification et diversification de la pratique agricole, mise en culture de variétés plus résistantes aux aléas climatiques, lutte contre l'érosion, etc.) ont été développées dans le bassin de la région de Thiès dans le but de faire face à la dégradation des sols. C'est dans le souci de comprendre l'influence de la fertilité des sols sur la pratique de l'activité agricole dans le bassin arachidier de la région de Thiès afin d'améliorer la résilience des populations que cette étude est construite.

2 METHODOLOGIE

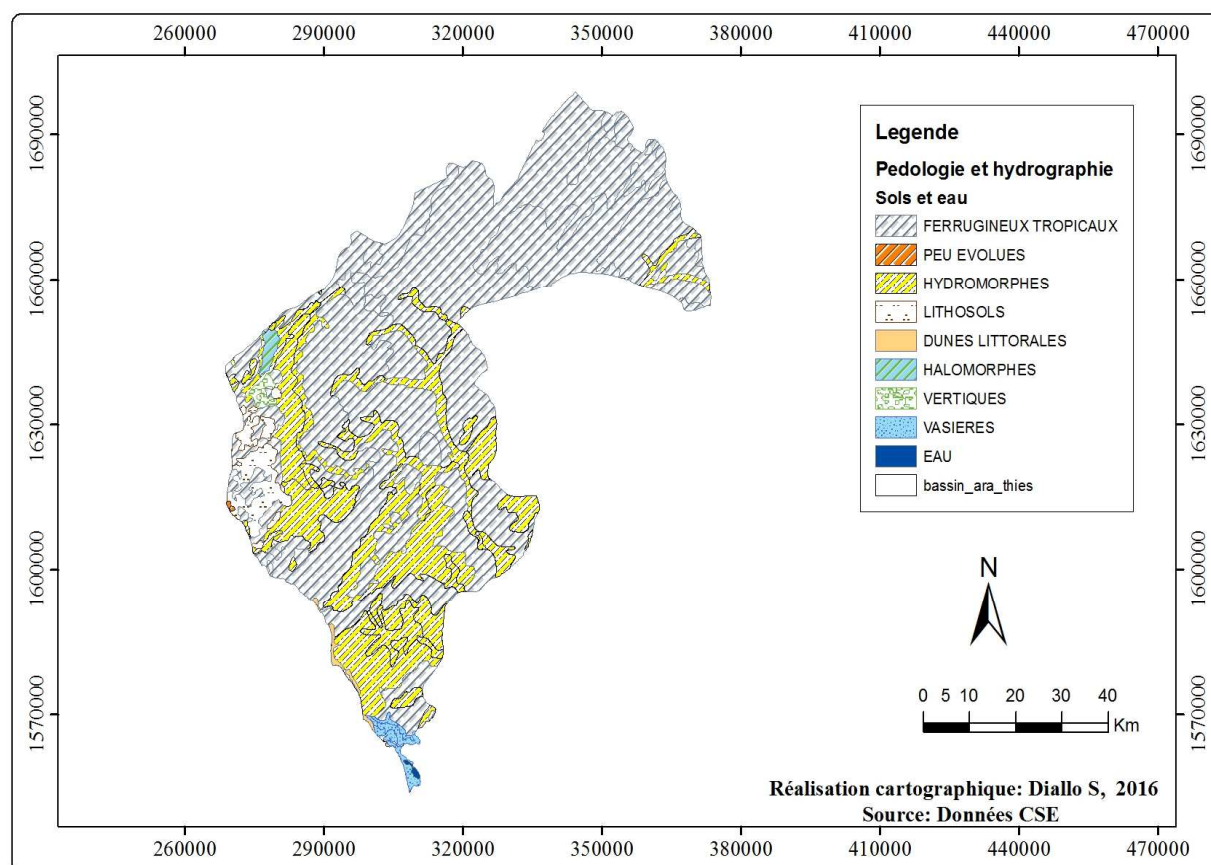
2.1 SITE D'ÉTUDE

Le bassin de la région de Thiès est situé à l'Ouest du Sénégal, à 70 km de la région de Dakar entre les latitudes 14° 02' et 15° 27' Nord et les longitudes 16° 09' et 17° 12' Ouest, et couvre une superficie de 3525 km² (Carte 1). Le bassin de la région de Thiès s'étend à l'Est du département de Tivaouane, au Nord et au Sud du département de Thiès et dans la presque totalité de celui de Mbour soit une superficie de 3525 km² (Carte 1). La région de Thiès comporte 3 départements administrés par des conseils départementaux : Mbour, Thiès et Tivaouane. Le Département de Thiès comporte 15 Communes, Mbour en compte 16 et le Département de Tivaouane 18.

La pluviosité est inégalement répartie dans l'espace, avec des stations plus arrosées au Sud. Les isohyètes sont comprises entre 200 et 500 mm. Selon [3], les sols de la zone sont des sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés, des sols ferrugineux tropicaux lessivés sur cuirasse, des sols squelettiques d'érosion, et des sols hydromorphes (Carte 2).



Carte 1. Localisation du bassin arachidier de la région de Thiès en Afrique, au Sénégal et dans la région de Thiès



Carte 2. Cartographie des sols et de l'hydrographie du bassin de la région de Thiès

2.2 MÉTHODES DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES DONNÉES

Le prélèvement des échantillons de sols a débuté par la création de requête spatiale pour cibler les villages qui nous intéressent. En partant de là, différents villages ont été sélectionnés en tenant compte de la topographie et de la répartition climatique de la zone de recherche (Carte 3). Dans chaque village (site) nous avons prélevé 9 échantillons dans 3 champs différents du profil 0-20 m. Comme nous avons 5 sites à prélever, ceci constitue un total de 45 échantillons dans les champs. Ces échantillons sont ensuite regroupés en un échantillon par champ ; ce qui forme un total de 15 échantillons pour les 5 sites. Pour la jachère, nous avons fait 3 prélèvements par champ et par village à l'exception du site de Daff II où la jachère est inexistante. Au final, il y'a 12 échantillons pour les 4 sites de prélèvement. Dans les jachères également, nous avons regroupé les échantillons, ce qui a donné au total un nombre d'échantillons de 4. Au total, nous avons eu 19 échantillons composites. Enfin, nous avons opté pour l'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse de variance (ANOVA) pour le traitement des données pédologiques.

Le questionnaire élaboré portant sur la rentabilité des stratégies d'adaptation des populations face aux difficultés auxquelles est confronté le secteur agricole, a été soumis à un nombre de 383 ménages agricoles sur un total de 187085 que compte le bassin de la région de Thiès. L'échantillon de l'étude a été choisi sur la base de la formule suivante établie par Bernoulli [6] qui permet de calculer la taille de l'échantillon (en acceptant une marge d'erreur de 10%).

$$n = (1,96)^2 * N / (1,96)^2 + I^2 * (N-1)$$

Avec un niveau de confiance : 95% = 1,96

n = taille de l'échantillon à interroger,

N = taille de l'univers investigué (l'ensemble des ménages agricoles du bassin versant de Thiès 187085 ménages)

I = largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur (10%)

Deux niveaux sont utilisés pour l'analyse des données d'enquête. Il s'agit de l'analyse descriptive univariée et l'analyse descriptive bivariée.

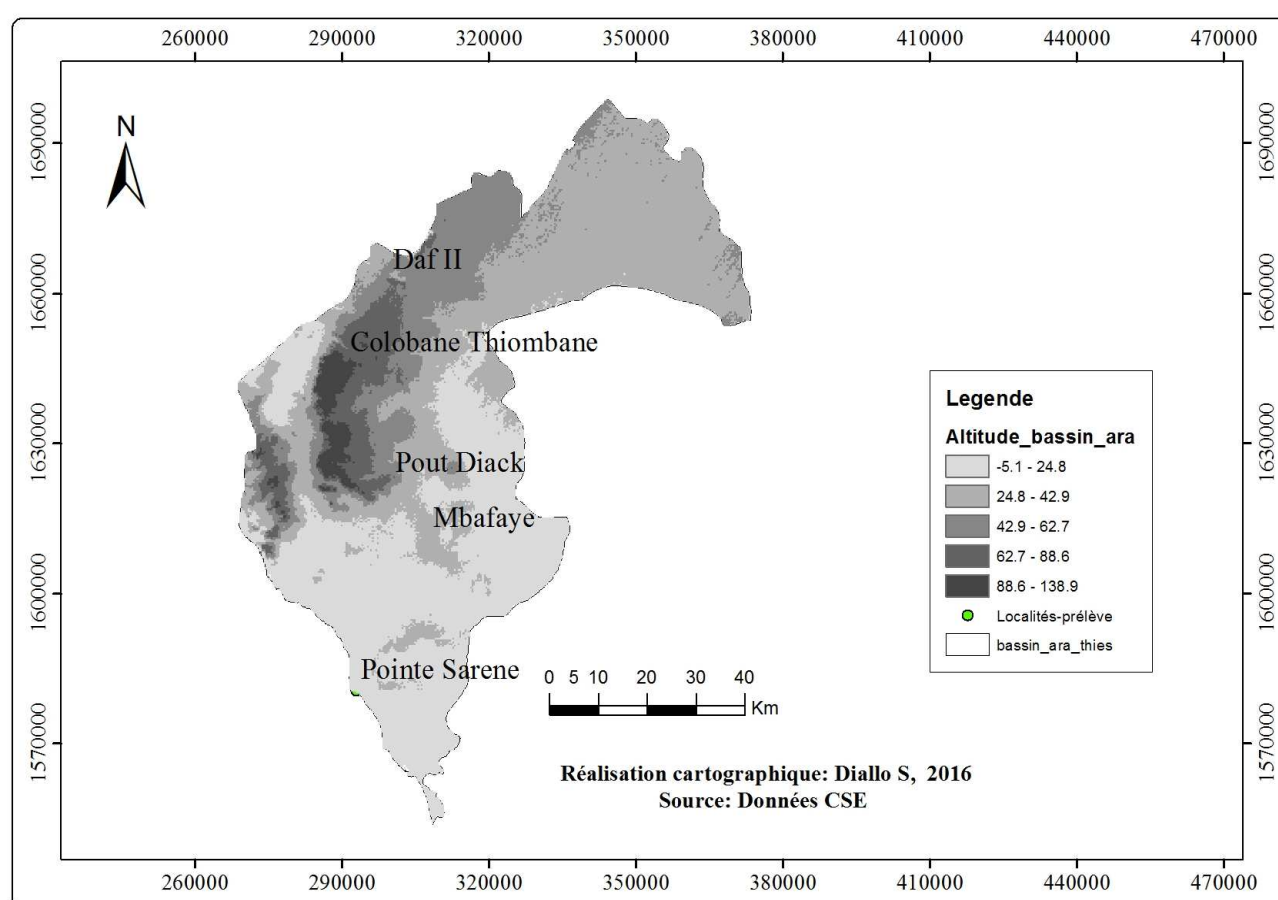
L'analyse descriptive univariée consiste à étudier successivement les caractères individuels de chaque variable. Selon la nature des variables que nous avons étudiées (qualitative nominale, ou quantitative numérique), différents types d'analyses sont mis en œuvre.

Les analyses descriptives bivariées ont permis de traiter simultanément deux variables afin d'évaluer la relation qui existe entre les deux questions.

Les analyses sont faites en utilisant les tableaux de fréquences, les tableaux croisés et les graphiques.

2.3 LOGICIELS UTILISÉS

Le logiciel R.3.2.0 RC a été utilisé pour l'ACP, XLSTAT. PRO. 7.5 pour l'ANOVA, SPSS 20 pour le traitement des données d'enquête, ARCGIS 10.1 pour la cartographie et Excel 2013 pour la réalisation des tableaux et graphiques.



Carte 3. Localisation des sites d'étude en fonction de la topographie

3 RESULTATS

3.1 ANALYSE PHYSIQUE DES SOLS DU BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

3.1.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

L'analyse en composante principale (ACP) montre la promiscuité de la distribution des limons fins, des limons grossiers et des argiles. Ces 3 éléments sont corrélés positivement alors que les sables fins sont corrélés négativement avec ces derniers. La distribution des sables grossiers n'a aucune corrélation avec les autres matériaux granulométriques (Figure 1).

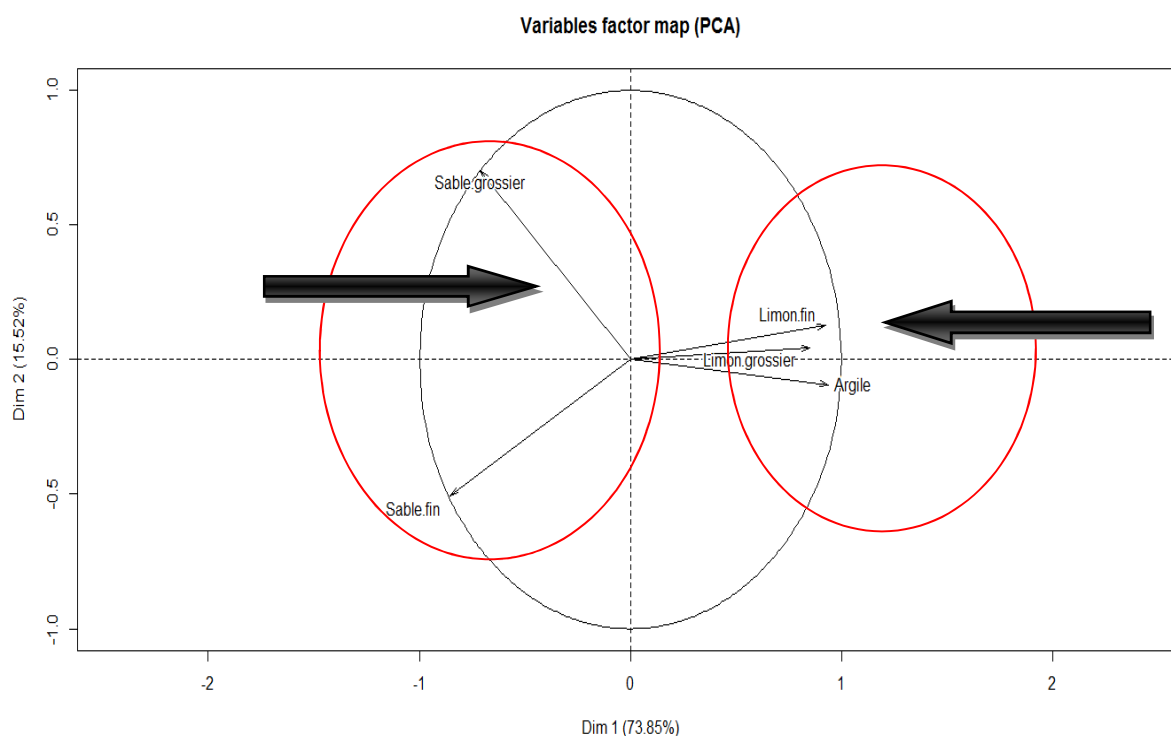


Fig. 1. Analyse en composante principale des paramètres physiques des sols du bassin

Source : BUNASOLS, 2016

3.1.2 ANALYSE DE VARIANCE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES (ANOVA)

3.1.2.1 L'ARGILE

La différence de concentration en argile dans les champs du profil étudié (0-20 m) est significative dans le site de Pointe Sarène comparée aux sites de Mbafaye, de Daff II, de Pout et de Colobane Thiombane. La moyenne du site de Pointe Sarène est de 40,33%. Cette différence est également significative entre le site de Colobane Thiombane et celui de Mbafaye. Toutefois, les différences de proportion d'argile ne sont pas significatives entre les sites de Colobane Thiombane, de Daff II et de Pout. La moyenne du site de Colobane Thiombane est de 21,42% (Tableau 1). La différence de concentration en argile est aussi non significative entre le site de Pout et les sites de Mbafaye et de Daff II. La moyenne du site de Pout est de 18,92%. La différence des taux d'argile est également non significative entre le site de Daff II et le site de Mbafaye. La moyenne du site de Daff II est de 10,83% et la moyenne du site de Mbafaye est de 6,25%. Le maximum de concentration en argile est relevé dans le site de Pointe Sarène avec un taux de 37,75% et le minimum est noté dans le site de Mbafaye avec 5,25% dans le profil 0-20 m au niveau des jachères (Tableau 1).

La comparaison des proportions d'argile entre les champs et les jachères des sites dans le profil 0-20 m montre que les taux d'argile sont plus élevés dans les champs que dans les jachères des sites de Pointe Sarène, celui de Colobane Thiombane et

celui de Mbafaye. Dans le site de Pout, les taux d'argile sont plus importants dans les jachères que dans les champs (Tableau 1).

3.1.2.2 LES LIMONS GROSSIERS

La différence de concentration en limons grossiers dans le profil 0-20 m au niveau des champs est significative dans le site de Pout par rapport à celle des sites de Mbafaye et de Daff II. Cette différence n'est pas significative par rapport aux sites de Colobane Thiombane et ceux de Pointe Sarène. La moyenne des champs du site de Pout est de 23,44%. La différence de concentration en limons grossiers est aussi significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Mbafaye et de Daff II. Toutefois, cette différence n'est pas significative avec le site de Colobane Thiombane. La moyenne des concentrations dans les champs du site de Pointe Sarène est de 17,99% (Tableau 1). Cette même concentration en limons grossiers ne présente pas aussi une différence significative entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Mbafaye et de Daff II. Le site de Daff II ne montre pas également de différence significative en limons grossiers s'il est comparé au site de Mbafaye. La moyenne de ce paramètre du site de Daff II est de 6,90% et celle du site de Mbafaye est de 5,66%. Dans les jachères, le taux le plus élevé de limons grossiers est relevé dans le site de Pointe Sarène avec 19,30% et le minimum est quant à lui enregistré dans le site de Mbafaye avec 4,88%. La comparaison entre les champs et les jachères montre que les taux en limons grossiers dominent dans les champs des sites de Pout et de Mbafaye que dans les jachères pour le profil 0-20 m qui est ici considéré. Toutefois, dans les sites de Pointe Sarène et de Colobane Thiombane, les taux en limons grossiers sont plus élevés dans les jachères (Tableau 1).

3.1.2.3 LES LIMONS FINS

La différence de concentration en limons fins dans les champs du profil 0-20 m est significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Mbafaye et de Daff II. Toutefois, elle est non significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Pout et de Colobane Thiombane. La moyenne de concentration en limons fins du site de Pointe Sarène est de 10,58%. La différence est aussi significative entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Mbafaye et de Daff II. Par contre, elle est non significative entre le site de Colobane Thiombane et le site de Pout. La moyenne du site de Colobane Thiombane est de 9,67%. La différence de concentration en limons fins est aussi significative entre le site de Pout et le site de Mbafaye et non significative entre le site de Pout et le site de Daff II. La moyenne en limons grossiers des champs du site de Pout est de 8,33%. La différence est également non significative entre le site de Daff II et le site de Mbafaye. Les moyennes de ces deux sites sont respectivement de 3,58% pour le site de Daff II et de 1,42% pour le site de Mbafaye (Tableau 1). Quand l'on considère les jachères, le maximum est relevé dans le site de Pointe Sarène avec 10,75% et le minimum est observé dans le site de Mbafaye avec 1,50%. La comparaison entre les champs et les jachères dans le profil 0-20 m révèle que les taux en limons fins sont plus importants dans les champs que dans les jachères des sites de Colobane Thiombane et de Pout. Par contre, dans les sites de Pointe Sarène et de Mbafaye, les taux en limons fins sont plus forts dans les jachères (Tableau 1).

Tableau 1. Variation spatiale de l'argile, du limon grossier et du limon fin dans les champs et les jachères du bassin de la région de Thiès (profil 0-20 m)

Argile			Limon grossier			Limon fin		
Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m	Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m	Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Pointe Sarène	40,333 a	37,75	Pout	23,443 a	18.2	Pointe Sarène	10,583 a	10,75
Colobane Thiombane	21,417 b	19,5	Pointe Sarène	17,987 a	19.3	Colobane Thiomb	9,667 a	7,25
Pout	18,917 b c	31,5	Colobane Thiom	14.44 a b	15.88	Pout	8,333 a b	6,75
Daff II	10,833 b c		Daff II	6.9 b		Daff II	3,583 b c	
Mbafaye	6,25 c	5,25	Mbafaye	5.66 b	4.88	Mbafaye	1,417 c	1,5

Source : INERA, 2016

3.1.2.4 LES SABLES GROSSIERS

La différence de concentration en sables grossiers dans les champs du profil 0-20 m du bassin est significative entre le site de Daff II et le site de Pointe Sarène et non significative entre le site de Daff II et les sites de Mbafaye, de Colobane Thiombane et de Pout. La moyenne de cette concentration en sables grossiers des champs du site de Daff II est de 32,91%. La différence en sables grossiers est non significative entre le site de Pout et les sites de Pointe Sarène, de Mbafaye et de Colobane Thiombane. La moyenne dans les champs du site de Pout est de 20,22%. La différence en sables grossiers est aussi insignifiante entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Pointe Sarène et Mbafaye mais aussi entre le site de Mbafaye et le site de Pointe Sarène. Les moyennes dans les champs des sites de Colobane Thiombane, de Mbafaye et de Pointe Sarène sont respectivement de 15,12%, de 12,84% et de 3,93% (Tableau 2). Pour les jachères, le taux maximum en sables grossiers est observé dans le site de Mbafaye avec 18,70% et le minimum est enregistré lui dans le site de Pointe Sarène avec 4,51%. La comparaison entre les champs et les jachères des sites du bassin révèle que dans le profil 0-20 m mis à part le site de Pout, les taux en sables grossiers sont plus élevés dans les jachères des sites que dans les champs (Tableau 2).

3.1.2.5 LES SABLES FINS

La différence entre les concentrations en sables fins dans les champs du profil 0-20 m est significative entre le site de Mbafaye et les sites de Pointe Sarène, de Pout, de Colobane Thiombane et de Daff II. La moyenne du taux de concentration des champs du site de Mbafaye est de 73,83%. Cette différence de concentration est aussi significative entre le site de Daff II et les sites de Pointe Sarène et de Pout et non significative entre le site de Daff II et le site de Colobane Thiombane. La moyenne des champs du site de Daff II est de 45,77%. L'écart des taux de concentration en sables fins est aussi significatif entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Pointe Sarène et de Pout. La moyenne des champs du site de Colobane Thiombane est de 39,35%. Cet écart est, par contre, non significatif entre le site de Pout et le site de Pointe Sarène. Les moyennes des champs des sites de Pout et de Pointe Sarène sont respectivement de 29,06% et de 27,17% (Tableau 2). Dans les jachères, la teneur maximale en sables fins est enregistrée dans le site de Mbafaye avec 69,67% et la teneur minimale est recueillie dans le site de Pointe Sarène avec 27,69%. La comparaison des teneurs de ce paramètre entre les champs et les jachères des sites du bassin de la région de Thiès montre que dans le profil 0-20 m, les sables fins dominant dans les jachères des sites de Colobane Thiombane et de Pointe Sarène. Toutefois, dans les sites de Mbafaye et de Pout, les taux de sables fins sont plus importants dans les champs que dans les jachères (Tableau 2).

Tableau 2. Variation spatiale du sable grossier et du sable fin dans les champs et dans les jachères du bassin de la région de Thiès (profil 0-20 m)

Sable grossier			Sable fin		
Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m	Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Daff II	32,913 a		Mbafaye	73,833 a	69,67
Pout	20,247 a b	15,46	Daff II	45,77 b	
Colobane Thiombane	15,123 a b	15,19	Colobane Thiombane	39,353 b	42,18
Mbafaye	12,84 a b	18,7	Pout	29,06 c	28,09
Pointe Sarène	3,93 b	4,51	Pointe Sarène	27,167 c	27,69

Source : INERA, 2016

3.2 ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS DU BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

3.2.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES DES PARAMÈTRES CHIMIQUES DES SOLS

L'analyse en composante principale (Figure 2) montre une proximité des paramètres chimiques : la capacité d'échange cationique, les bases échangeables, le potentiel Hydrogène eau, le potentiel Hydrogène kcl et le taux de saturation. Elles sont corrélées positivement. La proximité de ces variables (corrélations) est plus forte entre le pH eau et le pH kcl. L'ANOVA montre plus de précisions relatives à l'évolution de ces deux paramètres. Ces paramètres chimiques énumérés varient dans le même sens. Les autres paramètres chimiques (K Total, P Assimilable, P Total, N%, C %, K Disponible et C/N) varient dans le même sens. Elles sont corrélées positivement avec une plus forte promiscuité entre le K Total et le P Assimilable. La corrélation est

également plus forte entre l'Azote et le Carbone mais aussi entre le K Disponible et le C/N. La corrélation entre l'Azote et le Carbone est plus perceptible avec l'ANOVA qui montre également l'évolution spatiale de ces deux variables.

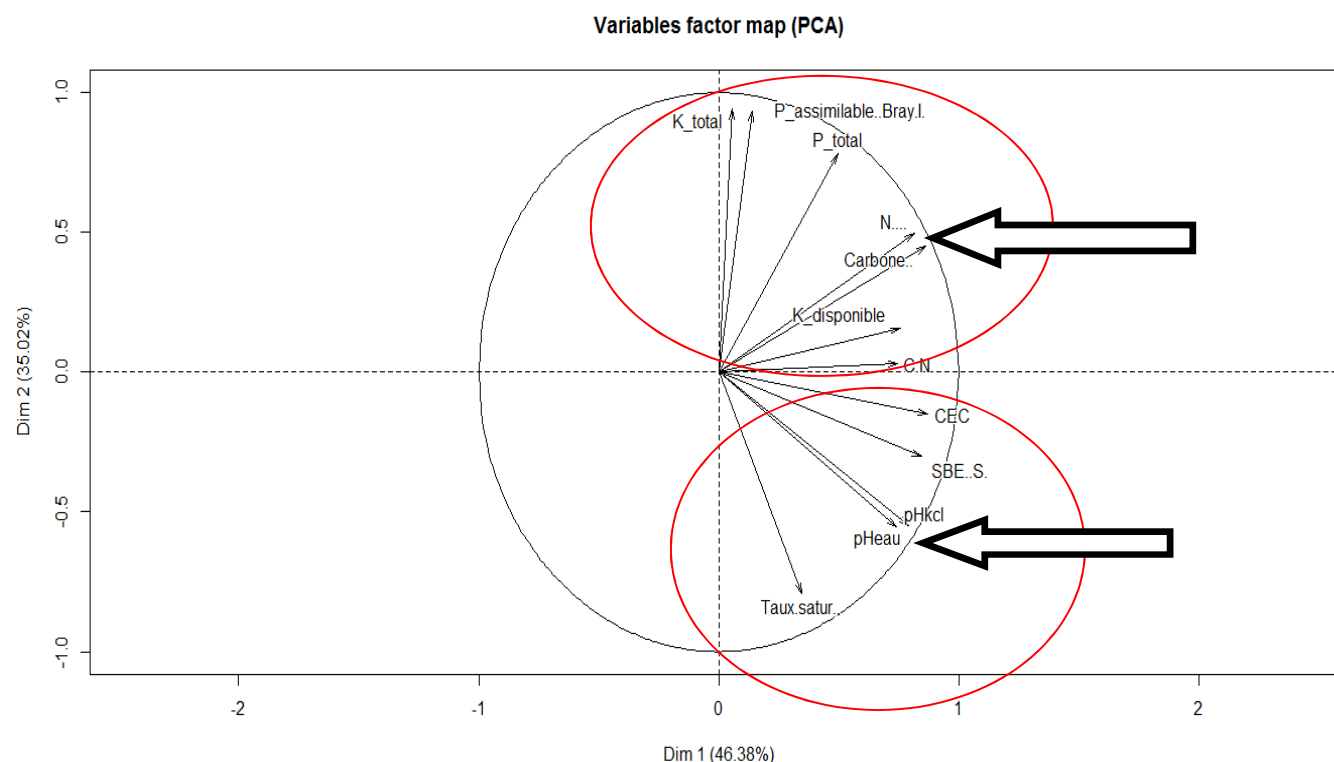


Fig. 2. Analyse en composante principale des paramètres chimiques des sols du bassin arachidier de la région de Thiès

Source : INERA, 2016

3.2.2 ANALYSE DE VARIANCE DES PARAMÈTRES CHIMIQUES

3.2.2.1 LE PH EAU

Le pH eau des champs du profil 0-20 m est neutre dans le site de Pointe Sarène et peu acide dans les sites de Mbafaye, de Pout et de Colobane Thiombane. Il est acide dans le site de Daff II. Dans les jachères, le pH eau est neutre dans le profil 0-20 m des sites de Pointe Sarène, de Mbafaye et de Pout et peu acide dans le site de Colobane Thiombane (Tableau 3).

L'écart de pH eau des champs du profil 0-20 m est significatif entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Colobane Thiombane, de Pout et de Mbafaye. La moyenne des champs du site de Pointe Sarène est de 7,24. Cet écart de pH eau est également significatif entre le site de Mbafaye et les sites de Daff II et de Colobane Thiombane mais entre le site de Mbafaye et le site de Pout, l'écart est non significatif. La moyenne des champs du site de Mbafaye est de 6,34. La différence de pH eau dans le profil 0-20 m est aussi significative entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Colobane Thiombane. La moyenne des champs du site de Pout est de 6,19. Entre le site de Colobane Thiombane et le site de Daff II, la différence de pH eau n'est pas significative (Tableau 3). Les moyennes sont respectivement de 5,54 pour le site de Colobane Thiombane et de 5,34 pour le site de Daff II. S'agissant des jachères, le pH eau montre aussi une baisse fluctuante du Sud du bassin de la région de Thiès au Nord avec un maximum de pH (7,16) pour la jachère de Pointe Sarène et un minimum (5,97) dans le site de Colobane Thiombane. La comparaison entre les champs et les jachères des sites du bassin de la région de Thiès montre que le pH eau est plus élevé dans les jachères que dans les champs à l'exception du site de Pointe Sarène (Tableau 3).

3.2.2.2 LE PH KCL

Le pH kcl dans le profil 0-20 m des champs du bassin de la région de Thiès est peu acide dans les sites de Pointe Sarène et de Mbafaye et acide dans les sites de Pout et de Colobane Thiombane. Toutefois, le pH kcl est très acide dans le site de Daff II. Dans les jachères, le pH kcl est peu acide dans les sites de Pointe Sarène, de Mbafaye et de Pout. Toutefois, dans le site de Colobane Thiombane, il est acide (Tableau 3).

La différence de pH kcl dans les champs du profil 0-20 m est significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Colobane Thiombane, de Pout et de Mbafaye. La moyenne des champs du site de Pointe Sarène est de 6,02. L'écart de pH kcl est aussi significatif entre le site de Mbafaye et les sites de Daff II, de Colobane Thiombane et de Pout. La moyenne des champs du site de Mbafaye est de 5,59. La différence est également significative entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Colobane Thiombane. La moyenne des champs du site de Pout est de 5,35. Entre le site de Colobane Thiombane et le site de Daff II, l'écart de pH kcl est aussi significatif. Les moyennes des champs sont respectivement de 4,62 pour le site de Colobane Thiombane et de 4,41 pour le site de Daff II. L'évolution du pH kcl dans les jachères présente une hausse du taux de la variable du site de Pointe Sarène au site de Mbafaye et de Pout mais dans le site de Colobane Thiombane le pH kcl diminue et atteint 5,13 (Tableau 3). La comparaison entre les champs et les jachères du bassin de la région de Thiès dans le profil 0-20 m révèle que le pH kcl est plus élevé dans les jachères que dans les champs à l'exception du site de Pointe Sarène (Tableau 3).

Tableau 3. Variation spatiale du pH eau et du pH kcl dans les champs et dans les jachères du bassin (profil 0-20 m)

pH eau			pH kcl		
Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m	Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Pointe Sarène	7,243 a	7,16	Pointe Sarène	6,023 a	5,88
Mbafaye	6,343 b	6,67	Mbafaye	5,59 b	6,10
Pout	6,19 b	6,98	Pout	5,35 c	6,04
Colobane Thiombane	5,54 c	5,97	Colobane Thiombane	4,617 d	5,13
Daff II	5,343 c		Daff II	4,403 e	

Source : INERA, 2016

3.2.2.3 LE CARBONE

Dans le profil 0-20 m des champs du bassin de la région de Thiès, l'écart de teneur de carbone entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Daff II, de Mbafaye, de Pout et de Pointe Sarène est significatif. La moyenne des champs du site de Colobane Thiombane est de 1,14%. Cet écart est également significatif entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Mbafaye et de Pout. La moyenne de teneur de carbone des champs du site de Pointe Sarène est de 0,92%. Une différence de teneur en carbone non significative est notée entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Mbafaye. Dans le profil 0-20 m, l'écart entre le site de Mbafaye et le site de Daff II n'est pas également significatif. Les moyennes des champs sont respectivement de 0,33% pour le site de Mbafaye et de 0,20% pour le site de Daff II (Tableau 4). L'évolution de la teneur du carbone dans les jachères montre une tendance à la baisse pour le profil 0-20 m. La baisse des taux de carbone du profil 0-20 m est fluctuante. Le maximum est noté dans les jachères de Pointe Sarène avec 1,08% et le minimum dans les jachères de Mbafaye avec 0,24%. La comparaison de teneur entre les champs et les jachères des sites du bassin montre que dans le profil 0-20 m les taux de carbone sont plus élevés dans les champs que dans les jachères en dehors du site de Pointe Sarène (Tableau 4).

3.2.2.4 L'AZOTE (N%)

La teneur d'azote, dans le profil 0-20 m des champs, présente un écart significatif entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Daff II, de Mbafaye, de Pout et de Colobane Thiombane. La moyenne de cette teneur d'azote des champs du site de Colobane Thiombane est de 0,09%. Entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Mbafaye et de Pout, la différence de teneur en azote est aussi significative. La moyenne des champs du site de Pointe Sarène est de 0,07%. La différence est aussi significative entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Mbafaye. La moyenne des champs du site de Pout est de 0,06%. Cependant, l'écart est non significatif entre le site de Mbafaye et le site de Daff II (Tableau 4). Les moyennes sont de 0,03% pour le site de Mbafaye et de 0,02% pour le site de Daff II. Les pourcentages maximums d'azote sont relevés dans les

jachères des sites de Pointe Sarène avec 0,09%. Les minimums d'azote des jachères sont de 0,02% dans le site de Mbafaye. La comparaison des taux d'azote entre les champs et les jachères montre que dans le profil 0-20 m, les taux d'azote mis à part le site de Pointe Sarène sont plus importants dans les champs (Tableau 4).

Tableau 4. Variation spatiale du Carbone et de l'Azote dans les champs et les jachères du bassin (profil 0-20 m)

Carbone %			Azote %		
Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m	Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Colobane Thiombane	1,137 a	0,79	Colobane Thiombane	0,094 a	0,073
Pointe Sarène	0,914 b	1,08	Pointe Sarène	0,074 b	0,093
Pout	0,730 c	0,52	Pout	0,059 c	0,038
Mbafaye	0,327 d	0,24	Mbafaye	0,029 d	0,022
Daff II	0,200 e		Daff II	0,023 d	

Source : INERA, 2016

3.3 EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES TERRES DE CULTURE DANS LE BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

3.3.1 EVOLUTION SPATIALE DES TERRES DE CULTURE DANS LE BASSIN

La figure 3 révèle que les exploitations agricoles sont plus importantes dans le Département de Tivaouane localisé dans le Nord du bassin de la région de Thiès. Les cultures dominantes dans le bassin arachidier du Sénégal, à l'intérieur du bassin de la région de Thiès, sont plus représentées dans le Département de Tivaouane à l'exception du mil. Ces cultures telles que l'arachide huilerie, le manioc, le niébé, le maïs occupent respectivement des étendues de 683 642 ha pour l'arachide huilerie, 336138 ha pour le manioc, 250581 ha pour le niébé et 16753 ha pour le maïs. La spéculation mil occupe une superficie de 712248 ha dans le Département de Tivaouane. L'activité agricole est moins développée dans le Département de Thiès du bassin de la région de Thiès. La figure 6 montre également que l'arachide huilerie et le mil sont les spéculations les plus cultivées dans le bassin de la région de Thiès.

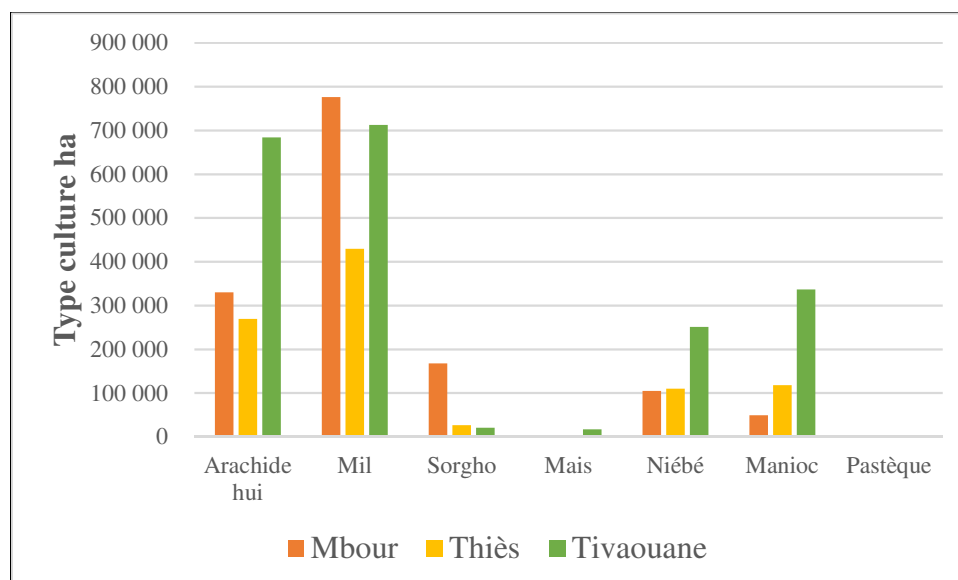


Fig. 3. Evolution spatiale des types de culture dans le bassin de la région de Thiès (1997-2015)

3.3.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Le gradient pluviométrique dans le bassin de la région de Thiès qui montre de grands écarts de pluie entre les trois départements et notamment une forte baisse progressive de la pluie en allant du Sud vers le Nord (Figure 4) est le premier facteur qui explique la variation de la fertilité des sols selon le gradient dans le bassin de la région de Thiès. En effet, si l'on observe l'évolution de la fertilité des champs du profil 0-20 m, on voit que les paramètres chimiques (pH eau et pH kcl) connaissent leurs plus fortes concentrations dans les sites du Sud du bassin de la région de Thiès notamment dans celui de Pointe Sarène. Les paramètres qui enregistrent leurs plus fortes concentrations dans un site du Nord (Colobane Thiombane et Daff II), ont des taux élevés dans les sites du Sud (Carbone % et Azote %). Le second facteur de distinction de la fertilité des champs des exploitants agricoles du Sud par rapport à ceux du Nord est le relief (Carte 3). En effet, si l'on observe l'évolution du relief, on relève qu'il y'a une pente du Nord du bassin (Département de Tivaouane) vers le Sud (Département de Mbour) en passant par le Centre (Département de Thiès). L'existence de cette pente favorise la convergence des eaux dans les zones de dépression et par la même occasion le transport des éléments nutritifs vers le bas et expliquant la plus grande fertilité de ces champs. Ainsi, les pourcentages maximaux de limon se retrouvent le plus souvent dans le site de Pointe Sarène. La présence de limon dans les champs des sites de Pointe Sarène, de Pout et en moindre portion dans le site de Mbafaye prouve en partie l'importante érosion hydrique dans le bassin de la région de Thiès. Les différences de fertilité entre les champs d'un même site ou entre les champs des sites s'expliquent par les fertilisants utilisés par les exploitants agricoles et les types de culture pratiqués. Ce sont respectivement le maraichage dans le site de Pointe Sarène, les cultures pluviales (arachide et mil) dans le site de Mbafaye, le maraichage et l'arboriculture dans le site de Pout. La fumure et l'engrais utilisés dans les champs expliquent la plus forte fertilité des champs du producteur de Pointe Sarène. L'engrais utilisé aussi dans les champs de Mbafaye relève la fertilité de ces champs. Dans le site de Pout, c'est le maraichage et surtout l'arboriculture qui sont pratiqués. L'activité arboricole engendre de la biomasse végétale qui enrichit le sol hôte, ce qui classe les sols de Pout parmi les sols fertiles du bassin où la pratique agricole est rentable. Cette différence de fertilité entre les champs du Sud par rapport à ceux du Nord explique également les écarts de fertilité plus élevé dans le profil 0-20 m des champs du Sud par rapport à ceux du Nord. La fertilité des sols diminue également pour les jachères du Sud vers le Nord avec des valeurs maximales enregistrées le plus souvent dans le site de Pointe Sarène. Toutefois, il convient de mentionner que cette baisse est fluctuante. La fertilité des jachères du Sud s'explique aussi par l'importante érosion hydrique que connaît le bassin de la région de Thiès mais aussi par l'âge de la jachère pour le site de Pout. La comparaison entre les champs et les jachères des sites du bassin arachidier de la région de Thiès montre que pour la plupart des sites, la fertilité des jachères est supérieure à celle des champs (voir Tableau 3 et 4). Cette forte fertilité des jachères s'explique par l'âge de ces jachères et les apports nutritifs des agents érosifs. Ces apports justifient la forte présence de limon dans les sols de jachère.

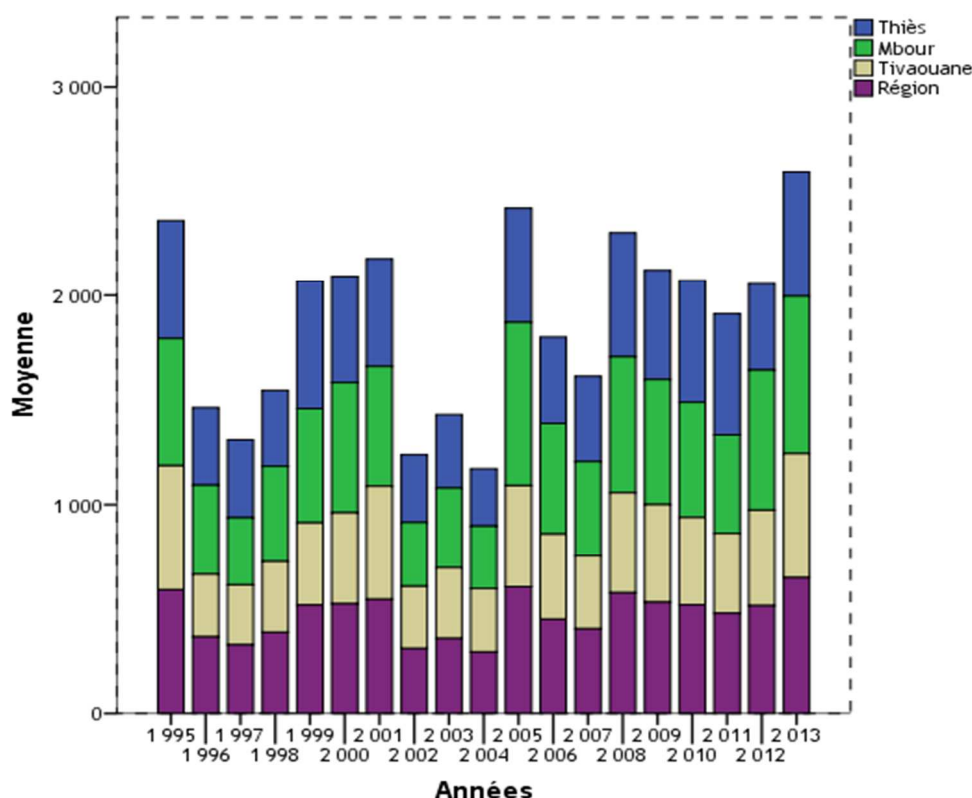


Fig. 4. Répartition spatiale de la pluie dans la région de Thiès (1995-2013)

Source : ANSD, 2013

3.4 EFFICIENCE DES STRATÉGIES D'ADAPTATION MISES EN ŒUVRE DANS LE BASSIN

3.4.1 EFFICACITÉ DES TYPES DE FERTILISANT ET LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Les types de fertilisants et les techniques de conservation de la fertilité des sols sont entre autres la fumure, le compost, les engrais minéraux, la jachère, le pacage des animaux aux champs, le brulis, etc. La fumure, citée par 61,1% des ménages agricoles, est de loin devant les engrais et le compost, le fertilisant le plus utilisé pour remédier à la carence en minéraux des sols. La jachère est la technique la plus sollicitée pour la conservation de la fertilité des sols dans le bassin de la région de Thiès avec 8,4% des exploitants agricoles qui l'adoptent (Enquête de terrain, 2015). Plus de 56,7% des producteurs locaux affirment être satisfaits de l'usage de ces fertilisants et techniques de conservation des sols et 12,3% affirment être très satisfaits (Tableau 5). Ce qui montre l'efficacité de ces pratiques de maintien de la fertilité dans les terres de culture du bassin de la région de Thiès.

3.4.2 EFFICACITÉ DES MÉTHODES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION

Les études de terrain ont révélé que l'érosion des sols est un problème qui touche une masse importante des exploitants agricoles du bassin avec plus de 81% qui avouent être victimes de ce phénomène. Les solutions de lutte sont entre autres les haies vives, l'agroforesterie, le système de culture qui bloque le ruissellement de l'eau (érosion hydrique), etc. Les résultats issus de ces méthodes de lutte contre l'érosion s'avèrent peu efficaces pour une grande partie de ces exploitants puisque plus de 51,9% d'entre eux ne sont pas satisfaits des effets de ces méthodes. Cependant, 47,1% des ménages agricoles trouvent une satisfaction dans l'emploi de ces moyens de lutte et 1% sont très satisfaits (Tableau 5). Globalement, nous pouvons dire que ces techniques sont fructueuses car 48,1% des exploitants agricoles du bassin trouvent ces techniques efficaces.

Tableau 5. Perception de l'efficacité des moyens de lutte mises en place par les exploitants

Perception des exploitants agricoles	Types de fertilisant et technique de conservation		Erosion des sols	
	Effectif	%	Effectif	%
Insatisfait	119	31	160	51,9
Satisfait	217	56,7	145	47,1
Très satisfait	47	12,3	3	1
Total	383	100	308	80,4
Système manquant		0	75	19,6

Source : Diallo S, 2015

3.5 LIEN ENTRE LA FERTILITÉ DES SOLS ET LES SUPERFICIES MISES EN CULTURE EN 2014

3.5.1 QUALITÉ DES SOLS DANS LES ZONES À GRANDES ET À FAIBLES SUPERFICIES DE 2014

Les exploitants agricoles ont cultivé plus de 211449 ha [7] inégalement réparties dans l'espace du bassin de la région de Thiès. Le Département de Tivaouane concentre le plus de terres de culture en 2014 avec 78198 ha et il est suivi de celui de Mbour avec 67333 ha. Les terres de culture occupent plus de 65918 ha dans le Département de Thiès (Figure 5).

Les superficies cultivées en 2014 par les exploitants agricoles du bassin de la région de Thiès sont plus importantes dans les parties du bassin où les terres sont moins fertiles et les plus faibles superficies cultivées se retrouvent dans les parties du bassin où les terres sont plus fertiles. La conclusion qui en découle est qu'il n'existe pas de relation entre l'étendue des terres de culture et la fertilité des sols.

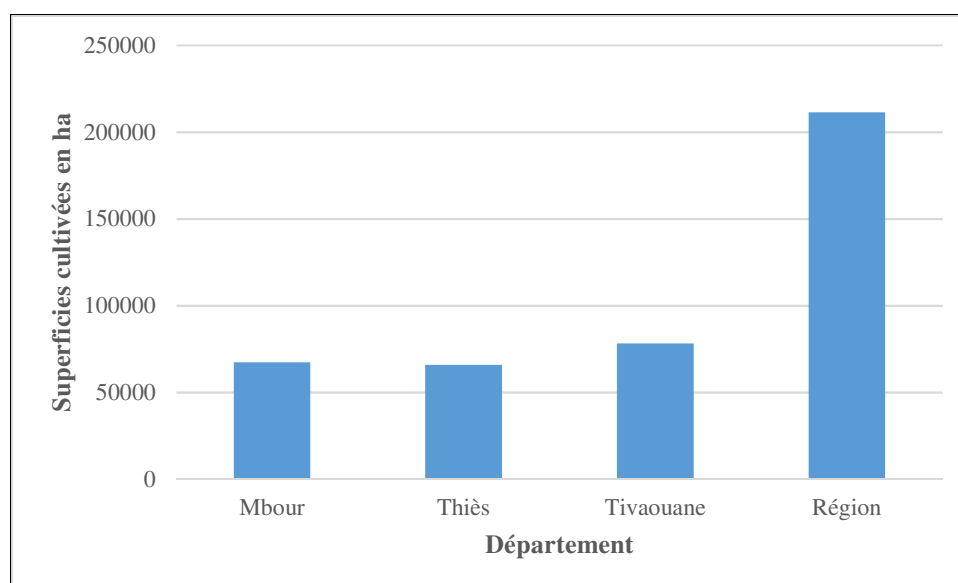


Fig. 5. Répartition des surfaces cultivées dans le bassin de la région de Thiès en 2014

Source : DAPSA, 2014

4 DISCUSSION

4.1 ECART DE FERTILITÉ ENTRE LA ZONE SUD ET LA ZONE NORD DU BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

Les travaux [8] qui montrent que l'eau peut migrer de haut en bas en fonction du gradient de potentiel gravitationnel et dans toutes les directions en fonction du gradient de potentiel matriciel résultant du jeu des forces de capillarité et d'adsorption, par drainage vertical, par des mouvements ascendants et enfin par le drainage isoclinal. Ces mouvements de l'eau déplacent des masses énormes de matériaux. La pente, la nature des argiles, l'épaisseur des matériaux mobilisables renforcent ces mouvements de masse. Ce qui crée des différences entre les zones d'érosion et les zones d'accumulation. De

même, l'étude [5] conforte nos résultats sur la baisse de la fertilité des sols en fonction du gradient de la topographie et de la pluviométrie dans le bassin de la région de Thiès. En effet, selon cette étude, dans le bassin versant de Mont-Rolland, les espaces agricoles sont en baisse considérable dues à la salinisation et au ravinement des terres à Thiaye et à Thilane Tanghor. L'assèchement du lac n'encourage pas non plus la pratique des activités agricoles. A Thilane Tangor, c'est le maraîchage qui y fait déficit en raison de la baisse de la nappe phréatique. Selon également [9], la zone Centre de la Communauté Rurale de Fandène est située en partie sur le plateau de Thiès ; le sol y a subi et continu de subir les effets des érosions hydriques avec comme conséquence l'affleurement de la roche mère (sols latéritiques à l'est du chef-lieu de la Communauté Rurale Fandène Thiathie). Cette érosion contribue à diminuer ou à rendre impropre l'activité agricole des sols du plateau de Thiès au profit des bas-fonds de cette zone où l'agriculture est pratiquée pendant presque toute l'année. D'après [10], l'importante érosion que connaît la zone côtière des Niayes est due aux mouvements des dunes maritimes et semi-continrentales mais aussi à la baisse du niveau de la nappe phréatique causés à leur tour par l'installation de la sécheresse affaiblissent la capacité productive des sols.

4.2 RELATION ENTRE LA FERTILITÉ DES SOLS ET LES TERRES DE CULTURE DANS LE BASSIN

La référence [2] montre que l'espace cultivable de la région de Thiès est plus vaste dans les sols les moins fertiles appelés les sols ferrugineux tropicaux lessivés à texture sableuse ou encore « sols diors » qui constituent 70% des surfaces cultivables et l'espace assez fertile (donc cultivable) est moins vaste dans les autres types de sols plus fertiles à savoir les sols ferrugineux tropicaux à texture argilo-sableux appelés « deckdior » qui représentent 15% des terres cultivables, les sols ferrugineux tropicaux lessivés à texture argilo-humifère dits « decks » représentant 10% des superficies cultivables et les sols hydromorphes à texture humifère qui constituent seulement 5% des terres cultivables. Ce qui concorde avec nos résultats sur l'absence de lien entre l'étendue des terres de culture et la fertilité des sols. Par la même occasion, ces résultats [2] laissent entrevoir que les superficies emblavées sont en rapport avec la disponibilité de terres cultivables et notamment la superficie de la zone. Dans la même dynamique, [11] montre qu'au Sénégal les terres cultivées évoluent en fonction de la disponibilité des terres cultivables. En effet, dans le bassin arachidier du Sénégal avec 2168,7 ha de terres cultivables (la plus vaste des zones agro écologiques) affiche le plus de terres cultivées avec 1749,5 ha et la zone du littoral et des Niayes (la moins étendue des zones agro écologiques) avec 36,2 ha de terres cultivables n'a fourni que 23,6 ha de terres cultivées pendant cette période. Cette superficie de terres emblavées s'accroît dans la zone agro écologique de la Casamance où les terres cultivables 750 ha deviennent plus importantes que dans le littoral. Les terres cultivées dans la Casamance sont aux environs de 299 ha. Ces terres cultivées diminuent de 130 ha dans la vallée du fleuve Sénégal et de 107,8 ha dans la zone sylvo-pastorale du fait de la baisse respective des terres potentiellement cultivables 300 ha et 150 ha. Les travaux [12] ont également montré que dans la région de Fatik, les superficies occupées par les cultures pluviales dépassent largement celles des cultures maraîchères. Ces cultures pluviales se concentrent plus dans les sols ferrugineux tropicaux (sols Dior et sols Deck) qui se localisent dans le Nord de la région moins fertile que les sols hydromorphes des vallées. Ce qui vient en appui de notre thèse sur l'absence de lien entre les superficies cultivées et la fertilité des sols. Aussi, les résultats [7] sur les statistiques agricoles de la région de Thiès montrent que la variation temporelle des superficies cultivées dans la région de Thiès de 1997 à 2014 est peu significative. D'ailleurs, la plus importante étendue de terres emblavées enregistrée ces dernières années remonte à 2008 avec 340910 ha peut-être mise en parallèle avec la dégradation progressive des sols décelée dans la zone. Ceci conforte nos résultats et démontre qu'il n'existe pas la moindre corrélation entre l'activité agricole et la fertilité des sols dans le bassin de la région de Thiès. Les travaux [13] montrent que la vitalité de l'activité agricole est plus liée à l'effectif des exploitants agricoles présents dans la zone qu'à la fertilité des terres. En effet, au niveau du Sénégal, les conclusions de leurs enquêtes ont révélé que le taux de ménages agricoles qui pratiquent l'agriculture pluviale (87,1% des ménages agricoles du pays) est plus important dans les régions du bassin arachidier du Sénégal (12,3% pour la région de Thiès, 10,4% pour la région de Louga, 9,4% pour la région de Fatik, 8,7% pour la région de Kaolack, 8,4% pour la région de Diourbel, 8,3% pour la région de Kaffrine) où les sols sont réputés dégradés.

4.3 MÉTHODES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION DES SOLS DANS LE BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

Concernant les résultats sur l'efficacité des stratégies de lutte contre l'érosion instituées par les exploitants agricoles, on voit qu'ils sont conformes aux travaux [14] et [15]. Ces deux auteurs estiment que, les méthodes utilisées pour délimiter les champs, protéger le maraîchage et l'arboriculture fruitière, mais aussi pour lutter contre l'érosion des sols, ont largement contribué à la conservation et à la restauration des sols en ralentissant le ruissellement des eaux de pluie de même qu'en réduisant l'érosion éolienne. Les plantations de bois et les mesures de lutte contre le déboisement dans la région de Thiès ont permis de restaurer les sols dégradés et les protéger contre les agents érosifs [2], [16].

4.4 EFFICIENCE DES VARIÉTÉS AGRICOLES À HAUT RENDEMENT

Les résultats sur l'efficacité des variétés à haut rendement (nouvelles variétés) issus de nos enquêtes de terrain tendent dans le même sens que ceux de l'Agence Nationale de Crédit Agricole et Rurale [17] sur les projets DGE et ERA portant sur la diffusion, la multiplication, l'usage de nouvelles variétés de mil et sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal, l'intensification et la gestion de la production du mil dans des zones de Thiès, Louga et Nioro qui ont connu une réussite.

5 CONCLUSION

Les sols ont un rôle capital dans l'activité agricole. L'accessibilité à la ressource terre permet aux exploitants agricoles de pratiquer l'agriculture. Ce qui veut dire que l'espace est le premier aspect que le producteur agricole doit s'approprier pour s'adonner à des pratiques champêtres. Puis, la capacité productive de ces sols constitue parmi d'autres facteurs, la richesse des productions agricoles générées par ces sols et en évidence la vitalité de l'activité agricole de la zone. Les résultats de nos études sur la relation entre la fertilité des sols et l'étendue des terres de culture ont révélé qu'il n'existe aucune relation entre ces deux paramètres. Ceci valorise les pratiques d'adaptation mises en œuvre dans le but de faire face à la détérioration des sols dans le bassin de la région de Thiès.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre profonde gratitude au projet INTRA-ACP HAAGRIM coordonné par l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, dont le financement a été très significatif pour la réalisation de ce travail. Toutes nos gratitude également vont à l'endroit du Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité des sols de l'IDR (Bobo-Dioulasso) où les échantillons de sols ont été analysés.

REFERENCES

- [1] ISRA., L'Agriculture durable et réduction de la pauvreté dans le Bassin arachidier du Sénégal : Résultats du modèle analyse Tradeoffs, Réflexions et perspectives, Document PDF, p. 44, 2008.
http://bameinfolpol.info/IMG/pdf/Tradeoffs_TOA_2__1_.pdf.
- [2] ANSD., Situation Economique et Social de la région de Thiès, Sénégal/MEFP/ANSD/SRSDT, p. 138, 2013.
http://www.ansd.sn/index.php?option=com_regions&view=region&layout=s&id=5.
- [3] G. Desthieux., Gestion durable des Ressources Naturelles et aménagement péri-urbain : conception et utilisation d'un système d'information géographique pour les collectivités locales de Thiès et Fandène (SENEGAL), 2^{ème} Edition, Lausanne, Travail Pratique de Diplôme en Génie Rural dans le cadre du projet IMAP, ouvrage, p. 62, 2000.
- [4] S. Diallo., Impacts socio-économiques et environnementaux de la dynamique des surfaces cultivées dans la Communauté Rurale de Fandène, Mémoire de Master II, UCAD/FLSH/Géographie, p.120, 2012.
- [5] ENDA/GRAF., Les Conséquences éco-systémiques et socio-économiques de la dégradation du Plateau de Thiès sur ses zones d'influence. p. 6, 2015. http://www.endagrafsahel.org/IMG/pdf/Consequences_ecosystemiques.pdf.
- [6] Bernoulli, J., Un peu de technique, l'échantillonnage. <http://www.sondages-ce.fr/etude-de-cas/un-peu-de-technique>.
- [7] DAPSA., Statistiques agricoles de la région de Thiès, 2014. <http://www.statsenegal.sn/agriculture-elevage/AGRICULTURE-ELEVAGE/Agriculture/>.
- [8] G. Riou., L'eau et les sols dans les géosystèmes tropicaux : système d'érosion hydrique, Paris, Masson, Ouvrages, p. 221, 1990.
- [9] PLD., Plan d'Orientation pour le Développement Economique et Social de la Communauté Rurale de Fandène, Thiès/Sénégal, Document Word, p. 62, 2002.
- [10] O. NDiaye, A. Diallo, F. Matty, A. Thiaw, R.D Fall, et A. Guissé, Caractérisation des sols de la zone des Niayes de Pikine et de Saint-Louis (Sénégal), *Journal International des sciences biologiques et chimiques*, 6 (1) : 519-528, 2012. DOI : https://www.researchgate.net/publication/272448195_Caracterisation_des_sols_de_la_zone_des_Niayes_de_Pikine_et_de_Saint_Louis_Senegal.
- [11] FAO., Caractérisation des systèmes de production agricole au Sénégal, Document de synthèse, p. 38, 2007.
http://ntiposoft.com/domaine_200/pdf/caractspasenegal.pdf.
- [12] ANSD., Situation Economique et Social de la région de Fatick, Sénégal/MEFP/ANSD/SRSDF, p. 115, 2013.
<http://www.ansd.sn/ressources/ses/SES-Fatick-2013.pdf>.
- [13] ANSD/RGPHAE., Rapport définitif du Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage, Sénégal/MEFP/ANSD, p. 417, 2013.

<http://www.ansd.sn/ressources/RGPHAE-2013/ressources/doc/pdf/3.pdf>.

- [14] A. Ciss., La problématique de la conservation des sols dans la Communauté Rurale de Ngnith (Département de Dagana), Mémoire de Master II, UCAD/FLSH/Géographie, p. 109, 2012. <http://bibnum.ucad.sn/viewer.php?c=mmoires&d=MemL-7328>.
- [15] A.M Ndao., Stratégies de lutte contre la dégradation des sols le long de la vallée du saloum dans la CR de Ribot Escalé (Département de Koungheul), Mémoire de Master II, UCAD/FLSH/Géographie, p. 103, 2013. http://bibnum.ucad.sn/viewer.php?c=mmoires&d=meml_7840.
- [16] DRDR., Rapport hebdomadaire de suivi de la campagne agricole, Sénégal/MAER/DRDR, Document PDF, p. 11, 2013.
- [17] ANCAR., Rapport annuel d'activités de l'Agence Nationale du Conseil Agricole et Rural/Direction zone Niayes, Sénégal/Thiès, p. 75, 2014.

PROLAPSUS UTERIN : PREVALENCE, FACTEURS DE RISQUE ET PRISE EN CHARGE A KISANGANI EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

[UTERINE PROLAPSE : PREVALENCE, RISK FACTORS AND MANAGEMENT IN KISANGANI IN DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO]

Likilo Osundja Jeremy¹, Bosenge Nguma Jean Didier¹, Lemalema Litanga Benjamin², Kyembwa Mulyumba Michel³, Taji Leki¹, Katenga Bosunga¹, and Komanda Likwekwe¹

¹Département de Gynécologie-Obstétrique, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université de Kisangani, Kisangani, RD Congo

²Hopital CELPA à Kisangani, RD Congo

³Département de Gynécologie-Obstétrique, Faculté de Médecine, Université de Goma, Goma, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* Uterine prolapse is a descent of the uterus into the small pelvis that can be associated with the descent of the vagina, the bladder and the rectum. In this study, our goal was to determine the prevalence and major risk factors for uterine prolapse in Kisangani, and to describe its management.

Material and methods: A cross-sectional study with a descriptive and multicentric focus was carried out in 5 main general reference hospitals and university clinics in the town of Kisangani from 1st January 2005 to 1st January 2015. We selected 43 cases of uterine prolapse on 7039 cases of gynecological pathologies.

Results: The prevalence of uterine prolapse is 0.61% in Kisangani; 93.02% had consulted for organ removal and 69.76% for abdomino-pelvic pain. 20.93% of these patients were aged 61-70 years, 18.6% were over 70 years of age with Extremes: 18 and 73 years, 76.73% had a parity greater than or equal to 4, 12.05% were obese and 32.53% of patients were HIV positive. The Dolleris-Pellonda was performed in 51.16% and the total hysterectomy at 34.88%. Recurrences were recorded in 16.27% of cases.

Conclusion: Uterine prolapse remains a reality in medical practice in our town. If several risk factors are found, it is also appropriate to retain the role played by HIV / AIDS infection in the genesis of this disease.

KEYWORDS: uterine prolapse, Hysterectomy, Dolleris-Pellonda, organ outlet.

RESUME: *Introduction:* Le prolapsus utérin est une descente de l'utérus dans le petit bassin qui peut s'associer de la descente du vagin, de la vessie ainsi que du rectum. Dans cette étude, notre objectif a été de déterminer la prévalence et les principaux facteurs de risque de prolapsus utérin à Kisangani, et décrire sa prise en charge.

Matériel et méthodes: Une étude transversale à visée descriptive et multicentrique s'était déroulée dans 5 principaux hôpitaux généraux de référence et aux cliniques universitaires de la ville de Kisangani du 1^{er} janvier 2005 au 1^{er} janvier 2015. Nous avons retenu 43 cas de prolapsus utérin sur 7039 cas des pathologies gynécologiques

Résultats: La prévalence de prolapsus utérin est de 0,61% à Kisangani ; 93,02% des cas avaient consulté pour Sortie d'organe et 69,76% pour douleur abdomino-pelvienne. 20,93% de ces patientes étaient âgées de 61-70 ans, 18,6% de plus de 70 ans avec des extrêmes : 18 et 73 ans, 76,73% avaient une parité supérieur ou égale à 4 ; 12,05% étaient Obèses et 32,53% des patientes étaient VIH positif. Le Dolleris-Pellonda a été réalisée dans 51,16% et l'hystérectomie totale à 34,88%. Les récives ont été enregistrées dans 16,27% des cas.

Conclusion: Le prolapsus utérin demeure une réalité dans la pratique médicale dans notre ville. Si plusieurs facteurs de risque sont retrouvés, il sied de retenir également le rôle joué par l'infection à VIH/Sida dans la genèse de cette maladie.

MOTS-CLEFS: prolapsus utérin, Hystérectomie, Dolleris-Pellonda, sortie d'organe.

1 INTRODUCTION

Le prolapsus génital est une migration anormale permanente, transitoire d'un ou plusieurs organes pelviens modifiant la forme et/ou la situation des parois vaginales, pouvant aller jusqu'à leur extériorisation à travers la fente urogénitale. Le prolapsus utérin est une descente de l'utérus dans le petit bassin qui peut s'associer à la descente du vagin, de la vessie ainsi que du rectum [1].

Les lésions traumatiques des releveurs de l'Anus, les dénervations de la musculature du plancher pelvien, les anomalies bio-statiques pelviennes, l'obésité, les pathologies pulmonaires chroniques, les anomalies des courbures de rachis, la corticothérapie, la chirurgie pelvienne, les constipations chroniques sont les éléments à la base d'un prolapsus génital [2].

Il s'agit d'une pathologie fonctionnelle affectant la qualité de vie de nombreuses femmes. Il atteint plutôt la femme âgée mais n'épargne pas des jeunes patientes [3], [4].

Le prolapsus génital est un problème majeur de santé publique en raison de sa fréquence, de son coût et de son impact important sur la qualité de vie avec de retentissement sur la fonction urinaire, sexuelle et digestive [5].

Au niveau mondial, la prévalence des prolapsus génitaux est mal connue. Au Québec, les prolapsus urogénitaux représentent 13% des indications d'hystérectomies et ils font l'objet de 500.000 interventions environ par an. Aux Etats unies, le risque cumulé de chirurgie pour le trouble de la statique pelvienne augmente avec l'âge pour atteindre 11,1% à 80 ans. En Grande Bretagne, le prolapsus génital est responsable de 1/5 des indications de chirurgie gynécologique, son incidence annuelle est de 20 cas pour 10.000 femmes [6].

En Afrique, les prolapsus utérins font l'objet de plusieurs consultations, qui, parfois sont insuffisamment documentées. Au Maroc, la prévalence de différents types de prolapsus génitaux s'est relevée à 30,8% au sein d'une population âgée de 20-59 ans où les hystéroptoses et les cystocœle se sont révélés à 9,4% et 22,4%. Seuls 2% de cas de prolapsus génital atteignaient la vulve [7].

En RDC, la fréquence des prolapsus génitaux qui augmente avec l'âge : à 80 ans ils représentent 49,7% avec un risque cumulé d'être opéré tout au long de la vie d'un trouble de la statique pelvienne soit 11% [2]. Dans l'ancienne Province de Katanga plus précisément dans la ville de Lubumbashi, en 2012 dans la Zone de Santé de Kampemba, la prévalence de prolapsus utérin variait de 0,8-1,2% dans une population des grandes multipares cible à partir du 5^e accouchement, et cela d'une aire de santé à l'autre [8].

Dans le Sud Kivu, en 2003, la prévalence de prolapsus utérin s'est révélée à 5,7% chez les femmes et filles ayant été victime de violence sexuelle pendant les différents épisodes des guerres qui se sont succédés [1].

Dans la Province Orientale en général et dans la Ville de Kisangani en particulier, les prévalences de ces troubles de la statique pelvienne se font rares quand bien même qu'il existe quelques cas isolés et non répertoriés.

Quelle est la prévalence des prolapsus utérins ainsi que les facteurs de risque associés dans la ville de Kisangani ? Comment sont-ils prise en charge ?

2 OBJECTIFS

- Déterminer la prévalence de prolapsus utérin chez les patientes ayant consulté les Services de Gynécologie et d'Obstétrique des hôpitaux généraux de référence et des cliniques universitaires de Kisangani ;
- Déterminer les principaux facteurs de risque des troubles de la statique pelvienne dans notre milieu ;
- Déterminer la prise en charge de ces patientes.

3 MATERIEL ET METHODES

MATERIEL D'ETUDE

POPULATION D'ETUDE

Toutes les patientes consultées et soignées dans les différents services de Gynéco-Obstétrique des Institutions Sanitaires retenues de la Ville de Kisangani, du 1^{er} Janvier 2005 au 1^{er} Janvier 2015. Au total 7039 patientes ont été consultées et soignées dans les services de gynécologies de nos structures Sanitaires.

ECHANTILLONAGE

L'échantillonnage de convenance. Dans la présente étude, la taille minimale de l'échantillon est de 30 cas. Notre échantillon était constitué de 51 cas dont 8 fiches de nos cas ne contenaient pas toutes les informations nécessaires ont été déclassées. De ce fait, notre échantillon était fait de 43 cas.

TYPE D'ETUDE

Etude transversale à visée descriptive, rétrospective qui s'est déroulée dans les Hôpitaux Généraux de Référence de la Ville de Kisangani (Kabondo, Lubunga, Makiso Kisangani, Mangobo et Tshopo) ainsi qu'aux Cliniques Universitaires sur les cas des prolapsus utérins durant une période allant du 1^{er} Janvier 2005 au 1^{er} Janvier 2015.

TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

Nous avons utilisé le logiciel SPSS, version 20.0, et avons recouru aux statistiques suivantes : Pourcentage, Moyenne arithmétique, Fréquence et Taux. Les formules utilisées :

i. Pourcentage

$$\% = \frac{F}{N} \times 100 \text{ où}$$

%= pourcentage

F= fréquence relative

N= somme totale de toutes les fréquences

ii. Moyenne des données groupées

$$x = \frac{fx_i}{f} \text{ où}$$

x= moyenne

f=effectif

Xi= milieu des classes

4 RESULTATS

4.1 PRÉVALENCE DES PROLAPSUS UTÉRIN

Sur un total de 7039 patientes ayant consulté nos différentes formations médicales, seuls 43 ont présenté un prolapsus utérin, soit une prévalence de 0,61%.

Tableau I. Répartition des cas des prolapsus utérin selon la fréquence par institution sanitaire

HGR	Total de cas	Cas de prolapsus	Pourcentage
TSHOPO	256	1	0,39
MANGOBO	489	3	0,61
CUKIS	593	5	0,84
LUBUNGA	728	7	0,96
MAKISO	1801	10	0,56
KABONDO	3172	17	0,53
TOTAL	7039	43	0,61

La Prévalence de prolapsus utérin à Kisangani est de 0,61%.

4.2 MOTIF DE CONSULTATION

Le tableau II présente les patientes en fonction de leur motif de consultation.

Tableau II. Répartition des cas selon les motifs de consultation

Plainte principale	Fréquence	Pourcentage
Douleur abdomino-pelvienne	30	69,76
Incontinence urinaire	5	11,62
Hémorragie génitale	12	27,90
Sortie d'organe	40	93,02

93,02 % des patientes ont consulté pour sortie d'organe, 69,76% pour douleur abdomino-pelvienne et 11,62% pour incontinence urinaire.

4.3 FACTEURS DE RISQUE DE PROLAPSUS UTERIN

4.3.1 AGE DES PATIENTES

Ici, nous répartissons les cas selon leur âge en tranche d'âge.

Tableau III. Répartition des cas en fonction de l'âge

Tranche d'âge	F	%
<20	1	2,33
21-30	5	11,62
31-40	6	13,95
41-50	7	16,28
51-60	7	16,28
61-70	9	20,93
>70	8	18,61
TOTAL	43	100

La tranche d'âge de 61-70 ans est représentée à 20,95% soit 9 cas, suivi de celle de plus de 70 ans à 18,61% soit 8 cas. Celles dont l'âge varie de 41-50 ans et 51-60 ans représentent chacune 16,28%. La moyenne d'âge est de 45,5 ans. L'âge minimal est 18 ans et maximal de 73 ans.

4.3.2 PARITÉ

Le Tableau IV classe nos patientes en fonction de leur parité

Tableau IV. Répartition des cas selon la parité

Parité	Fréquence	Pourcentage
Paucipare	10	23,25
Multipare	14	32,55
Grande multipare	19	44,18
TOTAL	43	100

44,8% de nos cas sont de grande multipare et 32,55% de multipare. Seul 23,25% sont des paucipares.

4.3.3 POIDS

Ici, nous répartissons tous les cas en fonction de leur poids

Tableau V. Répartition des cas selon le poids de la patiente

Poids de la patiente (Kg)	Fréquence	Pourcentage
40-50	8	18,60
51-60	10	23,26
61-70	9	20,93
71-80	2	4,65
81-90	3	6,97
>90	11	25,58
Total	43	100

Le poids moyen est de 65 Kg. 25,58 % de nos patientes pesaient plus de 90 Kg , 23,26% avaient un poids allant de 51-60 Kg, celles de 61-70 Kg de poids sont à 20,93 % et 6,97 % représentent de cas dont le poids varie de 81-90 Kg.

4.3.4 AUTRES FACTEURS DE RISQUE DU PROLAPSUS UTÉRIN

Le Tableau VI repartit les patientes en fonction des autres facteurs de risque retrouvés

Tableau VI. Répartition des cas selon le facteur de risque

Facteur de risque	Effectif	%
VIH	27	32,53
Notion de fibromyome utérin	19	22,89
Tuberculose	15	18,07
Notion de déchirure périnéale	12	14,46
Obésité	10	12,05

Le VIH est en tête de tous les facteurs de risque avec 32,53%, suivi de Notion de fibromyome utérin à 22,89%, la notion de tuberculose à 18,9% et l'Obésité à 12,05%.

4.3.5 DEGRÉ DE PROLAPSUS UTÉRIN

Le Tableau VII classe nos cas en fonction du degré de prolapsus utérin diagnostiqué.

Tableau VII. Répartition de cas selon les Degré des prolapsus

DEGRE	Fréquence	Pourcentage
I ^{er} et II ^{ème}	3	6,97
III ^{ème}	27	62,79
III ^{ème} compliqué	13	30,23
TOTAL	43	100

Le prolapsus du troisième degré est le plus fréquent, 27 cas soit 62,79%. Il est suivi de ceux du 3^{ème} degré compliqué à 30,23% soit 13 cas et 1^{er} et 2^{ème} degré à 6,17%.

4.3.6 ACTES OPÉRATOIRES ET EVOLUTION

Le Dolléris-péllonda est la technique la plus appliquée avec 51,16 %, suivi de l'hystérectomie soit 34,88%, enfin vient la Promonto-hystéropexie à 13,95%. Dans l'ensemble de cas des guérisons ont représenté 74,41% de cas, les cas de récurrences soit 16,27%, tandis que 9,30% de cas sont morts.

5 DISCUSSION

5.1 PRÉVALENCE DU PROLAPSUS UTÉRIN

La prévalence du prolapsus utérin dans notre recherche est de 0,61% soit 43 cas dans un ensemble de 7039 patientes ayant consulté les services de gynécologies de nos différentes formations médicales.

Nos résultats sont proches de ceux de Coulibaly B. à l'hôpital Simone Dolo de mopti au Mali qui a obtenu 0,46% soit 70 cas de prolapsus utérin dans une population de 15285 consultations gynécologiques [9], Thimote D. 1% à l'hôpital Gabriel de Touri [10], et Simba D. 1,4% à l'hôpital de point G [11].

Baye M. au Cameroun (Doula) a trouvé une prévalence de prolapsus utérin à 10,6% [12]. Ce grand écart avec notre étude serait dû au fait que Baye M a mené une enquête épidémiologique au sein d'une population où les femmes se marient au bas âge et dont la plupart était multipare et ne savait pas venir en consultation au moment voulu.

En comparant nos résultats à ceux d'Omanyombe M. au Sud Kivu [13] où elle a trouvé une prévalence du prolapsus utérin à 5,7%, on note un grand écart au sein d'un même pays. Cela serait dû au fait qu'à l'Est de la RD Congo, on note plusieurs cas de violence sexuelle et qui se solderaient par la suite à des prolapsus génitaux (surtout utérin), et également par la présence des organismes internationaux qui répertorient et prennent en charge des cas d'espèce.

5.2 MOTIF DE CONSULTATION

Le motif de consultation majeur était la sortie d'organe (sensation d'une masse entre les cuisses) avec 93,02 % suivi de la douleur abdomino-pelvienne à 69,76% et de l'incontinence urinaire avec 11,62%.

Nos résultats sont similaires à ceux de Coulibaly B. [9] où le principal motif de consultation était fait de tuméfaction à la vulve (49,20%), pesanteur pelvienne (19%) et une incontinence urinaire à l'effort (11,10%).

D'autres auteurs africains ont trouvé la même proportion pour les incontinenances urinaires dont Diop MB (11,70%) et Eulalie K. (14%) [14].

Par contre, Lecuru E. et al. en France, ont trouvé une proportion de 38% [15], Frisella et al. en Italie 22,20% [16], et Jumas aux USA et Nerimendez et al. au Mexique 100% pour l'incontinence urinaire à l'effort [17].

Nous pensons qu'en dehors de l'ignorance de nos patientes sur la maladie en soit, la pauvreté ou le manque de moyen financier ne permet pas à ces sujets d'accéder aux consultations et soins gynécologiques à temps où la plupart de ces problèmes seraient résolus et elles arrivent à un stade avancé de la maladie.

Nous pensons également que l'absence des moyens d'explorations spécialisés (colpocystrogramme, épreuve urodynamique, ...) qui permettent de diagnostiquer les incontinenances urinaires d'effort potentielles ou masquées, dans nos milieux serait à la base de ce faible taux ou pourcentage de l'incontinence urinaire chez nos patientes.

5.3 FACTEURS DE RISQUE

5.3.1 AGE

Les femmes âgées de 61-70 ans constituaient 20,93% de cas, 18,61% de cas représentaient celles âgées de plus de 70 ans, et 16,28% englobaient les patientes de 41-50 ans et 51-60 ans pour chaque groupe. Avec une moyenne d'âge de 45,5 ans.

Nos résultats sont proches de ceux de Swift SE, qui a retrouvé une proportion de 21% du prolapsus utérin chez les patientes de plus de 70 ans [18]

Nos patientes âgées de 18 à 29 ans étaient moins nombreuses soit 12,95%, ce qui n'était pas le cas chez Swift SE où elles représentaient 27% de tous ses cas [18].

Nos résultats ne sont pas proches de ceux d'Olsen et al.[3], et Brunette P.Danjou à Paris [19], qui ont trouvé une moyenne d'âge à 61,8 ans avec un maximum de fréquence de 51-60 ans soit 36,1%. [3], [19] et Wettel O. et al. au Mexique qui ont trouvé 55 ans [13]. Cela pourrait s'expliquer par la taille de leur échantillon, et surtout du milieu d'étude par rapport au notre, un milieu défavorable où la plupart des patientes n'arrivent pas à l'hôpital suite à la pauvreté qui rend parfois les consultations inaccessibles. L'espérance de vie variable d'un milieu à l'autre, celle-ci étant plus basse en Afrique que dans les pays occidentaux, expliquerait la différence d'âge moyen et l'âge de la prédominance de cas de prolapsus utérin dans nos milieux que ceux des pays industrialisés [3], [19], [20].

Néanmoins, notre moyenne d'âge est proche de celle de Coulibaly B. au Mali à 41 ans [9], et celle de Diop MB au Sénégal, soit 38 ans [21].

Nous sommes d'avis que le prolapsus utérin est une pathologie qui touche surtout la femme âgée, le vieillissement étant un facteur de risque important. Mais il n'épargne pas des patientes jeunes de moins de 30 ans [22].

5.3.2 PARITÉ

Les multipares et grandes multipares assemblaient 76,73% de l'ensemble de nos cas.

Nos résultats sont semblables à ceux observés par Dietz et al. [23], et Kearney R et al. [24].

La parité constitue en soit un des facteurs de risque prouvés des prolapsus génitaux [23]. Ce qui n'est pas étonnant que nous puissions avoir en majorité des multipares et des grandes multipares dans les rangs de nos cas.

Nous pensons qu'à l'accouchement, avec le passage du fœtus, qu'il y ait des lésions périnéales à type d'arrachement musculaire ou de neuropathies d'étirement pouvant entraîner un dysfonctionnement ultérieur.

5.3.3 POIDS DES PATIENTES

Les poids de patientes variaient de 40 à 120 Kg avec un poids moyen de 65 Kg. Celles pesant 40-50 Kg étaient à 18,60 % et 61-70 kg à 20,93%. Les poids au-delà de 90 Kg étaient majoritaires à 25,58%. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Jaafar Y. à Bamako dans la recherche sur les prolapsus génitaux où les femmes pesant 40-51 Kg représentaient 26,1%, celles de 61-70 Kg à 33,6% et plus de 90 kg majoritaire à 39,9% [25].

Nous sommes d'accord avec la littérature qui stipule que l'excès ou perte de poids aurait de l'influence sur le plancher pelvien. Dans la cachexie, il y a béance des orifices naturels (vagin et anus) ; dans l'obésité, on note une perte de tonicité. Le tonus converge vers la perte de tonicité et l'élasticité des organes de soutien et d'orientation de l'utérus qui seraient à la base d'un prolapsus utérin [26], [27].

5.4 AUTRES FACTEURS DE RISQUES

Les autres facteurs de risque dominant sont la notion du VIH (32,53%), le fibrome utérin (22,89%), les notions de tuberculose pulmonaire (18,07%) et l'Obésité à 12,05%.

Nos résultats sont similaires à ceux d'Amadou T.T au Mali où la notion du fibrome utérin dominait parmi les facteurs de risque de prolapsus utérin [28] et Philippe M François chez qui la perte de poids dominait [29].

Nous pensons que la dénutrition observée en cas du VIH serait à la base du relâchement du système musculo-ligamentaire qui soutient l'utérus ; la toux chronique, en cas de tuberculose pulmonaire augmenterait la pression intra-abdominale en raison

de toux répétées ; et les fibromyomes étant parfois à la base de constipation chronique seront tous un meilleur atout à l'apparition de prolapsus utérin au sein de notre population d'étude.

Chez nous ,12,05% de nos cas étaient obèses. Hendrix SL [26] et al. , et Wu JM et al. [27] ont fait les mêmes observations de leurs recherches. L'obésité fait partie prenante de facteur de risque majeur de prolapsus utérin.

Néanmoins, d'autres auteurs ont également trouvé des facteurs de risques de prolapsus utérin qui ne sont pas aussi différents de ceux trouvés par dans cette recherche tels que l'obésité et/ou le surpoids, la multiparité avec accouchement des fœtus macrosomes étaient majoritaires de tous les facteurs de risque [30], [31], [32], [33].

5.4.1 DEGRÉ DE PROLAPSUS UTÉRIN

Le prolapsus utérin du 3^{ème} degré (non ou compliqué) était à 93,01% dans l'ensemble de cas enregistrés. Notre résultat est similaire à celui de Chennoufi MB et al. [9] où le prolapsus du 3^{ème} degré était dominant à 93,63% et Thimothe D. à 36% [10], Assem E B. en Inde à 58,7% [34]. Nos résultats sont largement supérieur à de Swift SE qui a observé une prévalence de 33,9% pour le prolapsus utérin de troisième degré [18].

Par contre, Ornella L V B et al. [35], et Swift SE [18] ont retrouvé une prédominance de prolapsus utérin de 2^{ème} degré.

La prédominance du prolapsus utérin du 3^{ème} degré pourrait s'expliquer par le fait que le plus souvent les patientes viennent à l'hôpital lorsque le prolapsus devenait très gênant et important suite à cette saillie permanente ou temporaire de l'utérus (col) à travers la vulve.

5.4.2 PRISE EN CHARGE (ACTE OPÉRATOIRE) ET EVOLUTION

100% de nos cas ont été opérés. Ce qui est contraire aux données de la littérature qui présume que seuls 11-20% des patientes avec prolapsus génital seront opérées [36].

Le Dolleris-pellondo a été réalisé à 51,16% de cas suivi d'hystérectomie par voie abdominale à 34,38%, ce qui est similaire aux actes réalisés dans la recherche de Coulibaly B [6] et Emmanuel David Montefiore et al.[37].

Les récurrences ont été observées à 16,27% de cas surtout chez les patientes chez qui on a réalisé le dolleris-pellonda. Notre résultat est largement inférieur à celui d'Olsen AL et al. qui a trouvé 30% de récurrences après une intervention antérieure du prolapsus utérin [3].

Pour nos cas, nous pensons que cela pourrait être dû à un défaut technique de l'exécution de l'acte opératoire et à la faiblesse musculaire de nos patientes âgées. A la place, il serait préférable de réaliser simplement une hystérectomie totale.

6 CONCLUSION

Le prolapsus utérin demeure une réalité dans la pratique médicale dans nos milieux. Sa prévalence s'est élevée à 0,61%. Les notions de multiparité, de fibromyome utérin, des infections à VIH, l'obésité, l'âge avancé ont été les facteurs de risques majoritaires chez nos patientes. Le Dolleris-pellonda était la technique chirurgicale la plus employée.

REFERENCES

- [1] Harrech Y E H J. et al. Prolapsus chez la femme, *J.Obstet Bioreprod* 2006, 453 : 701-6
- [2] Medjito M. Prise en charge des prolapsus des femmes âgées, *9^e Congrès de la SAERM*, 2011
- [3] Olsen AL, Smith VJ, Bergstrom JO, Colling JC, Clark AL. Epidemiology of surgically managed pelvic organ prolapse and urinary incontinence. *Obstet Gynecol* 1997 ; 89 : 501-6
- [4] Smith FJ, Holman CD, Moorin RE, Tsokos N. Lifetime risk of undergoing surgery for pelvic organ prolapse. *Obstet Gynecol* 2010 ; 116 : 1096-100.
- [5] Wu JM, Matthews CA, Conover MM, Pate V, Jonsson Furk M. Lifetime risk of stress urinary incontinence or pelvic organ prolapse surgery. *Obstet Gynecol* 2014 ; 123 :1201-6
- [6] Husaunndee M. Rousseau, Deleflie M. Traitement chirurgical des prolapsus génitaux par une nouvelle technique d'hystéropexie latérale prothétique combinant voie vaginale et coelioscopique. *J. Gynecolobst et Bioreprod*, 2003,320:24-7.
- [7] Chiara G et al. Pelvic organ descent and symptoms of pelvic floor disorders, *American journal of obstetrics and gynecology*, 2005, p193, 53-7.

- [8] Cuzin B. Prolapsus génital comme complication du viol avec violence en RD. Congo, rapport de 2002/OMS en VEFF, Lyon-France
- [9] Coulibaly B. Prolapsus génital à l'hôpital SOMINE ddo de Mopti, traitement chirurgical et pronostique, *thèse de Médecine*, Université de BAMAKO, 2013
- [10] Mauroy B. Incontinence d'urine de la femme EMC, J . Néphrologie-urologie, : 18-D-20.1999, 14 P.
- [11] Nyggard I, Bradley C and Brandt D. Women's health initiative; pelvic organ prolapse in older Women: Prevalence and risk factors. *J.Obst gynecology* 2004, 104: 489-97.
- [12] Mage P. L'interposition d'un treillis synthétique dans la cure par voie vaginale des prolapsus génitaux. *J.Obstet Bioreprod*, 1999.835-9.
- [13] Omanyombe M C et al. Le corps de femme comme champ de bataille, Sud-Kivu, RD. Congo, 2003, p41
- [14] Narducci F, Ocelli B, Casson F, Querleu JP D et al. L'arc tendineux du fascia pelvien: étude anatomique, *J gyneco obstet Bio reprod*. 2014, 29:644-649
- [15] Moalli PA , Jones IS, Meyn LA, Zyczynski HM .Risk factors associated with pelvis floor disorders in women obstetric gynecology. *J gyneco obstet Bio reprod*. 2003. 101: 869-74
- [16] Eva UF, Gunw, Prebenik. *Prevalence of urinary end fecal incontinence and symptom of genital prolapse in women*, *Act obstet-gynecolscand*. 2003 ; 82 :280-6
- [17] Drancour E, Youinou Y. Traitement de l'incontinence urinaire féminine d'Effort avec cystocele par promonto-fixation utérine au Goretex et intervention de Bruch Progress en urologie, *Annal Urol* .2013.234 :145-51
- [18] Swift SE. The distribution of pelvic organ support in a population of femal subjects seen for routine gynecologic health care. *Am J Obstet Gynecol* 2000 ; 183 : 277-85
- [19] Peacock L, Wiskind M. and Wall AK.Clinical features of urinary incontinence and urogenital prolapsed in a black incercity population. *Am J obstetric gynecology*,2012.40: 345-48
- [20] Wheeler TL ,Richler HE. Analysis of the impact of partial colpocleisis for the management of severe pelvic organ prolapse, *Am J obstetric gynecology*, 2005
- [21] Deval. Le prolapsus, Evolution de techniques, *praticien Hospitalier ch bs*, Septembre 2003.
- [22] Nygaard I, Barber MD, Burgio KL, Kenton K, Meikle S, Schaffer J, et al. Prevalence of symptomatic pelvic floor disorders in US Women. *JAMA* 2008 ; 300 : 1311-6
- [23] Dietz HP, Simpson JM. Levator trauma is associated with pelvic organ prolapse. *BJOG* 2008 ; 115 : 979-84
- [24] Kearney R, Miller JM, Ashton-Miller JA ,DeLancey JO.Obstetric factors associated with levator ani muscle injury after vaginal birth.*Obstet Gynecol* 2006;107:144-9
- [25] Jaafar Y. Prolapsus de la femme de moins de 50 ans, *thèse de Médecine*, Université de Paris, 2005
- [26] Hendrix SL, Clark A, Nygaard I, Aragaki A, Barnabei V, Mc Tieinan A. Pelvic organ prolapse in the Wome's Health Initiative : gravity and gravidity. *Am J Obstet Gynecol* 2002 ; 186 : 1160-6
- [27] Wu JM , Vaughan CP, Goode PS, Redden DT, burgio KL, Richter HE, et al. Prevalence and trends of symptomatic pelvic floor disorders in US Women. *Obstet Gynecol* 2014 ; 123 ; 141-8
- [28] Amadou TT et al. 5^e congrès mondial francophone de chirurgie, CICB 2010, *Mali. Ann. urol*. 1993, 27,5 :288-291.
- [29] Bernard B et al. Gynécologie chirurgicale, Amette édition 2000
- [30] Chiapfanino F, Chatenoud L, Din D M, Mechia M, Boumaguide A, Amicorelli F et al. Reproductive factors, Family history, Occupation and risk of urogenital prolapse. *Eur J obstetric Gynecology* 1999, 82: 64-67
- [31] Eric, Maher J, Barber C M. Pelvic organe prolapse, *Lancet* 2007; 369: 1027-38
- [32] Samuelson EC, Victor FT, Tibblin G, Svardsudd KF. Signs of genital prolapse in a Swedish population of women 20 to 59 years of age and possible related factors. *Am J Obstet Gynecol* 1999, 180(2Pt1) : 299-305
- [33] Mant J et al. Epidémiologie de prolapsus génital, observation de l'association de planification familiale d'Oxford, 2000
- [34] Assem E-B. A prospective Randomized study comparing abdominal sacrocolpopexy and vaginal sacrospinous fixation for the management of vault prolapsed. *J. obstet. Gynecol* .Feb. 2015, 99-104.
- [35] Ornella L V B, Wagner L ,Renaud de T. Obturator neuropathy : An adverse outcome of a trans-obturator vaginal mesh to repair pelvic organ prolapse. *Am J obstgynecol*. July 2013, 256: 100-104
- [36] Giraudet G, Lucot J.-P, Quinton J.-F, Cosson M. Prolapsus génitaux. EMC-Gynécologie, Volume 11>n°4>Octobre 2016 :290-A-10
- [37] Montefiore E D, Barranger E ,Dubernard G, Darai E. Functional results and quality-of-life bilateral sacrospinous ligament fixation genital prolapsed. *J. obstet. Gynecol*, 2007. 246: 340-44.

Operador media potencia pesada lingüística y su aplicación en la toma de decisiones

[Linguistic weighted power means and its application for decision-making]

Salah Hasan Saleh Al-Subhi¹, Gaafar Sadeq Saeed Mahdi¹, Milton Villegas Alava², Miton Pedro Yobanis Piñero Pérez¹, and Maikel Leyva Vázquez³

¹Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba

²Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil, Ecuador

³Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A number of aggregation operators have been proposed. Traditional approaches do not perform aggregation of criteria with sufficient flexibility and adaptability to the specific contexts of organizations. In this paper we propose a decision making method using linguistic power means operators for hierarchical aggregation process of information. The proposal allows the inclusion of aspects such as the importance of the criteria and simultaneity. To demonstrate the applicability of the proposal, a case study is developed. The paper ends with further work recommendations for extending the method.

KEYWORDS: aggregation operators, decision-making, WP, Linguistic 2-tuples.

RESUMEN: Un grupo de operadores de agregación han sido propuestos en la literatura. En los modelos existente falta la suficiente flexibilidad y adaptabilidad a los contextos específicos de las organizaciones. En el presente trabajo se propone un método para la toma de decisiones que hace uso de los operadores de agregación de forma jerárquica utilizando el modelo de las 2-tuplas lingüísticas. La propuesta permite la inclusión de aspectos tales como la importancia de los criterios y la simultaneidad. Un estudio de caso muestra aplicabilidad de la propuesta. El artículo finaliza con propuestas de trabajos futuros que contribuyan a la aplicabilidad del método.

PALABRAS-CLAVE: Modelo de Puntuación Lógica de Preferencias, operadores de agregación, WPM, 2-tuplas lingüísticas.

1 INTRODUCCIÓN

El modelo computacional de las 2-tuplas lingüísticas ha sido aplicado con éxito en problemas de toma de decisión [1-3]. Debido a sus características y a su facilidad de uso, los autores de la presente investigación consideran este modelo adecuado para el manejo de información lingüística para la toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es presentar un método para la toma de decisiones basado en el empleo de operadores de agregación en forma jerárquica para la fusión de la información. Con este propósito se emplea para la agregación jerárquica el operador media de potencia pesada (del inglés, *weighted power mean*, WPM).

El artículo continúa de la siguiente forma. En la Sección 2 se presenta un estado del arte de enfoque lingüístico difuso y agregación de información. En la Sección 3 se propone el modelo de agregación basado en el empleo de la media de potencia pesada y en la Sección 4 un caso de estudio. El artículo finaliza con las conclusiones y trabajos futuros.

2 ENFOQUE LINGÜÍSTICO DIFUSO

La computación con palabras es una metodología que permite realizar un proceso de computación y razonamiento utilizando palabras pertenecientes al lenguaje natural en lugar de emplear números[4] . Estas facilidades para el uso del lenguaje permite crear y enriquecer modelos de toma de decisión en los cuales la información vaga e imprecisa [5] puede ser representada mediante variables lingüísticas.

Dentro de los modelos propuestos, la representación de 2-tuplas lingüísticas [6] permite realizar procesos de computación con palabras sin ocurrir pérdida de información, utilizando el concepto de traslación simbólica. Sea $S = \{s_0, s_1, \dots, s_g\}$ un conjunto de términos lingüísticos y $\beta \in [0, g]$ un valor en el intervalo de granularidad de S . La traslación simbólica de un término lingüístico, s_i , es un número valorado en el intervalo $[-.5, .5]$ que expresa la diferencia de información entre una cantidad de información expresada por el valor $\beta \in [0, g]$, obtenido en una operación simbólica y el valor entero más próximo, $i \in \{0, \dots, g\}$ que indica el índice de la etiqueta lingüística (s_i) más cercana en S [7].

A partir del concepto anterior se desarrolla un nuevo modelo de representación de la información lingüística el cual hace uso de un par de valores (2-tuplas). Este modelo de representación define un conjunto de funciones que facilitan las operaciones sobre estas 2-tuplas.

Sea $S = \{s_0, s_1, \dots, s_g\}$ un conjunto de términos lingüísticos y $\beta \in [0, g]$ un valor que representa el resultado de una operación simbólica, entonces la 2-tupla lingüística que expresa la información equivalente a β , se obtiene usando la función:

$$\Delta: [0, g] \rightarrow S \times [-.5, .5]$$

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha), \text{ con } \begin{cases} s_i, & i = \text{round}(\beta) \\ \alpha = \beta - i, & \alpha \in [-.5, .5] \end{cases} \quad (1)$$

Donde round es el operador usual de redondeo, s_i , es la etiqueta con índice más cercano a β , y α es el valor de la traslación simbólica [7]. Cabe señalar que $\Delta^{-1}: \langle S \rangle \rightarrow [0, g]$ es definida como $\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = i + \alpha$. De este modo, una 2-tupla lingüística $\langle S \rangle$ queda identificada con su valor numérico en $[0, g]$.

2.1 MEDIA POTENCIA PESADA

La agregación de la información consiste en el proceso de combinar distintos datos brindando una única salida. Los operadores de agregación son un tipo de función matemática empleada para la fusión de información. Combinan n valores en un dominio D y devuelven un valor en ese mismo dominio [8].

Los operadores de agregación presentan múltiples aplicaciones en diversos áreas [9]. En la toma de decisiones su papel fundamental está en la evaluación y en la construcción de alternativas [8].

Cada una de las familias de operadores presenta características que les permiten modelar determinadas situaciones. La media ponderada (del inglés, *Weighted Averaging*, WA) posibilita asignar peso a las fuentes de información lo que permite su empleo para representar fiabilidad o importancia/preferencia. Por su parte la familia de operadores de Media Ponderada Ordenada (del inglés, *Ordered Weighted Averaging*, OWA) [10] posibilita la compensación o dar peso a los datos en dependencia de sus valores. Las integrales difusas [11] permiten modelar redundancia, complementariedad e interacciones entre criterios. Sin embargo estos operadores no son completamente adecuados para expresar las propiedades expresadas en el razonamiento humano[12].

El operador de agregación media de potencia pesada (WPM) permite expresar el grado de simultaneidad e Importancia relativa de las entradas (Pesos). Adicionalmente posibilita la construcción de modelos jerárquicos de agregación [13]. La r -ésima WPM es definida de la siguiente forma:

$$M_n^{[r]}(\underline{a}, \underline{w}) = (\sum_{i=1}^n a_i^r w_i)^{\frac{1}{r}} \quad (2)$$

Donde $w_i \in [0,1]$ y $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ y r puede ser seleccionada para lograr propiedades lógicas deseadas. Para la determinación de los pesos correspondientes a cada característica y sub-características es posible la utilización del Proceso de Jerarquía Analítica (del inglés, *Analytic Hierarchy Process*, AHP) [14].

La media WPM utiliza el modelo jerárquico de agregación denominado modelo de puntuación lógica de preferencias (del inglés, *Logic Scoring of Preference*, LSP) [13] .

Una de las principales fortalezas del modelo LSP es que puede modelar diferentes relaciones lógicas entre atributos y sub-características de manera que reflejen las necesidades de los diferentes participantes en el proceso de evaluación. En la tabla 1 se muestran los principales operadores.

Tabla 1. Valores de Funciones de Conjunción/Disyunción Generalizada

Tipo de polarización	Intensidad de la polarización	Símbolo	Valor de r
Disyunción	El más fuerte	D	$+\infty$
	Muy fuerte	D++	20.63
	Fuerte	D+	9.521
	Medio Fuerte	D+-	5.802
	Medio	DA	3.929
	Medio Débil	D-+	2.792
	Débil	D-	2.018
	Muy Débil	D--	1.449
Neutral		A	1
Conjunción	Muy Débil	C--	6.19
	Débil	C-	2.619
	Medio Débil	C-+	-0.148
	Medio	CA	-0.72
	Medio Fuerte	C+-	-1.655
	Fuerte	C+	-3.510
	Muy fuerte	C++	-9.06
	El más fuerte	C++	$-\infty$

El decisor puede utilizar dos parámetros en el proceso de agregación [13]:

- Grado de simultaneidad (andness).
- Importancia relativa de la entrada (pesos).

Un aspecto interesante de este operador es que permite agregar información teniendo en cuenta que se puede determinar qué elementos son obligatorio y cuales opcionales [15]. Todos los elementos abordados previamente a juicio del autor permiten reflejar de un modo más realista la toma de decisiones.

3 MÉTODO PROPUESTO

Entre las actividades incluidas en el método propuesto se encuentran: selección de los criterios y alternativas, obtención de la información, normalización de los valores, determinar vectores de pesos y agregación.

A continuación se presenta gráficamente (Figura 1) las actividades contenidas en el flujo de trabajo y se describe cada una de ellas:

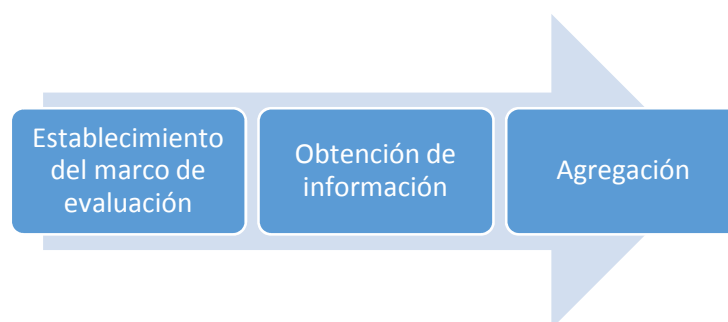


Fig. 1. Actividades del flujo de trabajo para la priorización para la toma de decisiones.

1. Establecimiento el marco de evaluación: Se seleccionan los criterios y las alternativas que serán evaluados. Siendo $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$ con $k \geq 2$ los criterios a ser evaluados, y $R = \{r_1, r_2, \dots, r_j\}$ con $j \geq 2$ las alternativas.
2. Obtención de información: Se obtiene información sobre las preferencias de los decisores. Esta información representa la valoración de cada alternativa con respecto a los criterios. El vector de utilidad [16] es representado de la siguiente forma $V_j = \{v_{j1}, v_{j2}, \dots, v_{jn}\}$, donde v_{jk} es la preferencia en relación al criterio c_k de la alternativa R_j . La valoración se da en el intervalo $[0,1]$, siendo 0 el peor valor y 1 el mejor.
3. Agregación: La función de agregación $OAG: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$ se obtiene mediante un proceso de agregación jerárquica. Se utiliza el modelo de puntuación lógica de preferencias (LSP) [13] debido a que esta se ajusta de un modo más realista al proceso de orientación vocacional. El empleo de los operadores de agregación de forma jerárquica dota de flexibilidad al método. La posibilidad de obtener directamente las preferencias del decisor y su expresión en los vectores de peso es otra de sus fortalezas. Para la agregación se define el operador media potencia pesada lingüística (LWPM por sus siglas en inglés):

Sea $X = \{(s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)\}$, un conjunto de 2-tuplas lingüísticas, La r -ésima WPM lingüística (LWPM) es definida de la siguiente forma.

$$M_n^{[r]}((s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)) = (\sum_{i=1}^n \beta_i^r w_i)^{\frac{1}{r}} \quad (2)$$

donde $w_i \in [0,1]$ y $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ y r puede ser seleccionadas para lograr propiedades lógicas deseadas.[13].

4 ESTUDIO DE CASO

A continuación se presenta un estudio de caso con el propósito fundamental de mostrar la aplicabilidad de la propuesta. Para su desarrollo para la selección de proyectos a partir de los criterios, beneficios, factibilidad, y pertinencia.

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (tabla 2).

Tabla 2. Escala lingüística.

No	Etiquetas	Funciones de pertenencia
s_0	Muy bajo (MB)	$(0.0, 0.0, 0.25)$
s_1	Bajo (B)	$(0.0, 0.25, 0.50)$
s_2	Medio (M)	$(0.25, 0.50, 0.75)$
s_3	Alto (A)	$(0.50, 0.75, 1)$
s_4	Muy alto (MA)	$(0.75, 1, 1)$

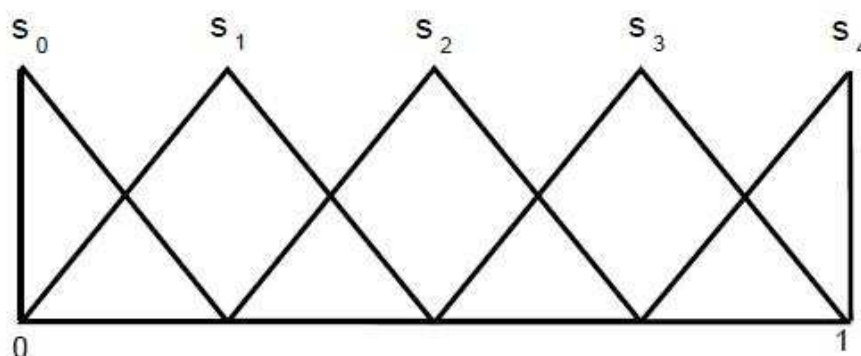


Fig. 2. Conjunto de etiquetas utilizadas

Posteriormente se realiza la valoración para cada requisito con respecto a los criterios seleccionados (Tabla 3).

Tabla 3. Valoración de requisitos

Proyecto	Beneficios	Costos	Pertinencia
P ₁	S ₄	S ₁	S ₃
P ₂	S ₃	S ₂	S ₁
P ₃	S ₃	S ₁	S ₁
P ₄	S ₃	S ₃	S ₃

A continuación se muestran la estructura de agregación jerárquica obtenida. Se emplearon operadores de agregación que reflejan simultaneidad tal como lo establece LSP [17, 18].

Tabla 4. Estructura de agregación

Entradas iniciales	Operador		ID del bloque	Operador		ID del Bloque
Costo	0,4	C-	Balance Costo/Beneficio	0,7	C--	Prioridad global
Factibilidad	0,6					
Pertinencia				0,3		

Los resultados de la agregación de los criterios permiten ordenar los requisitos. En este caso el orden de prioridad es el siguiente $p_4 > p_1 > p_2 > p_3$

Tabla 5. Resultados de la agregación.

Proyecto	AG
P ₁	(S ₃ , -0.09)
P ₂	(S ₂ , 0.34)
P ₃	(S ₂ , 0.06)
P ₄	(S ₃ , 0)

Entre las ventajas planteadas por los especialistas se encuentran la relativa facilidad de la técnica y la elevada flexibilidad que brinda el uso del modelo de agregación empleado. Los resultados muestran además la aplicabilidad que presentan los modelos de ayuda a la toma de decisión basados en la agregación de la información.

5 CONCLUSIONES

En el presente artículo se presentó un método para la ayuda a la toma de decisiones basado en el empleo de operadores de agregación para la fusión de la información. Para la a agregación jerárquica se utilizó el operador WPM adaptado a las 2-tuplas lingüísticas (LWPM). Entre las actividades incluidas en el método se encuentran: selección de los criterios, obtención de la información sobre las preferencias de los decisores y finalmente la agregación de los valores normalizados de las preferencias.

Entre las principales ventajas del método se encuentra la posibilidad de modelar la importancia de los criterios y la compensación manteniendo la interpretabilidad de los modelos. Como trabajos futuros se perfila el trabajo con un enfoque multiexperto. La construcción de una herramienta informática que soporte el modelo constituye otra área de trabajo futura.

REFERENCIAS

- [1] Tejeda-Lorente, Á., et al., *A quality based recommender system to disseminate information in a university digital library*. Information Sciences, 2014. **261**: p. 52-69.
- [2] Cordón, L.G.P., *Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico*. 2008, Universidad de Jaén.
- [3] Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, *Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words*. Ingeniería y Universidad, 2015. **19**(1): p. 173-188.

- [4] Leyva-Vázquez, M., et al. *The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps*. in *Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2*. 2016. Springer.
- [5] Herrera, F., et al., *Computing with words in decision making: foundations, trends and prospects*. Fuzzy Optimization and Decision Making, 2009. **8**(4): p. 337-364.
- [6] Dutta, B., D. Guha, and R. Mesiar, *A model based on linguistic 2-tuples for dealing with heterogeneous relationship among attributes in multi-expert decision making*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2015. **23**(5): p. 1817-1831.
- [7] Herrera, F. and L. Martínez, *A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2000. **8**(6): p. 746-752.
- [8] Torra, V. and Y. Narukawa, *Modeling decisions: information fusion and aggregation operators*. 2007: Springer.
- [9] Beliakov, G., A. Pradera, and T. Calvo, *Aggregation functions: a guide for practitioners*. 2007: Springer.
- [10] Yager, R.R., *On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking*. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 1988. **18**(1): p. 183-190.
- [11] Arenas-Díaz, G., *Medidas difusas e integrales difusas*. Universitas Scientiarum, 2013. **18**(1): p. 7-32.
- [12] Dujmović, J.J., *Continuous preference logic for system evaluation*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2007. **15**(6): p. 1082-1099.
- [13] Dujmović, J.J. and H. Nagashima, *LSP method and its use for evaluation of Java IDEs*. International Journal of Approximate Reasoning, 2006. **41**(1): p. 3-22.
- [14] Saaty, T.L., *What is the analytic hierarchy process?*, in *Mathematical models for decision support*. 1988, Springer. p. 109-121.
- [15] Nogués, J.B., *SEMANTIC RECOMMENDER SYSTEMS. PROVISION OF PERSONALISED INFORMATION ABOUT TOURIST ACTIVITIES*, in *Department of Computer Science and Mathematics*. 2015, Universitat Rovira i Virgili.
- [16] Espinilla, M., et al., *A 360-degree performance appraisal model dealing with heterogeneous information and dependent criteria*. Information Sciences, 2012.
- [17] Gyorgy, T., G. Suciu, and T.L. Militaru. *CLASSIFICATION OF ON-LINE STUDENTS USING AN EXPERT SYSTEM OVER OPEN SOURCE, DISTRIBUTED CLOUD COMPUTING SYSTEM*. in *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*. 2014. " Carol I" National Defence University.
- [18] Tapia-Rosero, A., et al., *Fusion of preferences from different perspectives in a decision-making context*. Information Fusion.

Transesterification of Waste Cooking Oil with Methanol and Characterization of the Fuel Properties of the Resulting Methyl Ester and its Blends

Opeyemi Seriffdeen Jimoh and Samson K. Fasogbon

Mechanical Engineering Department, Faculty of Technology,
University of Ibadan,
Ibadan, Oyo State, Nigeria

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Rapid exhaustion of fossil fuels and the increase in environmental concerns have promoted recent attention towards converting various oils into fuels (biofuels) as alternatives to petroleum diesel. Methanol was used to trans esterify waste cooking oil using the molar ratios of 1:3, 1:6, 1:9 and 1:12 (oil to methanol) in the presence of potassium hydroxide (KOH) as catalyst and 65°C activation temperature. The physicochemical properties of the resulting methyl ester of standard molar ratio (1:6) and its blends were investigated and the resulting properties were compared with that of fossil fuel. These properties were also compared with standard values of biodiesel using European Standard (EN 14214), United States Standard (ASTM D6751) and South African Standard (SANS 1935). Results from the variation of the molar ratio of oil to methanol i.e. 1:3, 1:6, 1:9 and 1:12 showed that the percentage yield of methyl ester increased as the molar ratio increased until at 1:9 where the percentage yield of methyl ester started to decline which might be as a result of excess methanol present in the reaction. The value of each of the physicochemical properties for biodiesel (B100) was close to that of petroleum diesel (B0) and almost the same as European Standard (EN 14214), United States Standard (ASTM D6751) and South African Standard (SANS 1935) when compared. The study concludes that waste cooking oil methyl ester and its blends compare favorably with fossil diesel in terms of physicochemical properties and the values are within the acceptable standards.

KEYWORDS: Biodiesel Blends, Glycerol, Methyl Ester, Physicochemical Properties, Transesterification.

1 INTRODUCTION

Rapid exhaustion of fossil fuels and the increase in environmental concerns have stimulated recent attention towards alternatives for petroleum based fuels. Methyl ester has created vast awareness in different countries all over the world because of its renewability, improved gas emissions, better combustion characteristics and its biodegradability. Attention has always been focused on the ever threatening problem of the country such as; Continuous depletion of oil and other fossil fuels, Dependence on the import of sources of energy and Increase in the price of conventional fuels such as diesel and petrol. The fuel modification is mainly aimed at reducing the viscosity to get rid of flow and combustion-related problem. For these modifications in fuel characteristics, there are mainly four processes named as dilution or blending, micro-emulsification, transesterification and pyrolysis.

Among all these techniques, the transesterification seems to be the best choice, as the physical characteristics of fatty esters are very close to those of diesel fuel and the process is relatively simple. The commercial method used for the biodiesel production is the transesterification also known as alcoholysis [1]. Transesterification is the process of using an alcohol of low molecular weight (e.g. methanol, ethanol, butanol), in the presence of a catalyst such as sodium hydroxide or potassium hydroxide, to break the molecule of the raw renewable oil chemically into methyl or ethyl esters of the renewable oil with glycerol as a byproduct. Methyl ester refers to a vegetable oil-or-fat based diesel fuel consisting of long chain alkyl esters. It is an attractive alternative to fossil fuels; it is biodegradable, non-toxic and has low combustion and emission profiles as compared to petroleum fuels. Biodiesel can be produced from vegetable oils, animal fats or waste cooking oils by

transesterification with an alcohol in order to substitute fossil fuels [2], [3], [4]. Many works have used methanol [5], [6], [7], [8] as alcohol reactant which is mainly produced by oxidation processes of methane, a natural gas component, hence, a non-renewable energy. Methanol is preferable to ethanol because it is very cheap and due to its dissolving power for vegetable oils, it has low toxicity and renewable origin. Various factors such as Free Fatty Acid (FFA) content, water content, amount/type of catalyst, vegetable oil to alcohol molar ratio or temperature can affect the process [9], [10], [11]. Methyl ester can be blended with petroleum diesel. In the case of mixtures, the respective proportion of methyl ester in petrol diesel should be indicated. E.g. B20 means a mixture of 20% methyl ester and 80% petroleum diesel; B75 means a mixture of 75% methyl ester and 25% petroleum diesel while B50 means 50% methyl ester and 50% petroleum diesel. B100 means pure methyl ester and B0 means pure petroleum diesel. In this study, the physicochemical properties of the waste cooking oil methyl ester (WCOME) and its blends with petroleum diesel in the ratios of 25% (B25), 50% (B50), 75% (B75) together with pure petroleum diesel 0% (B0) were investigated and percentage yield of methyl ester for each molar ratio of oil to methanol of 1:3, 1:6, 1:9 and 1:12 was also investigated as well.

2 METHODOLOGY

2.1 BIODIESEL PRODUCTION

The process employed was transesterification because it was a simple and fastest way of producing biodiesel as recommended by Van Gerpen [12] and almost all the literature consulted supported the use of the method in producing biodiesel. Transesterification of oil was carried out with methanol at a molar ratio of 1 to 6 (1:6) in the presence of potassium hydroxide (KOH) as a catalyst and 65°C reaction temperature. One hundred gram (100g) of oil was weighed into 250 mL flat bottom flask fitted with a condenser. The oil was preheated for about thirty (30) minutes to increase the reaction of the oil with methanol. 1% KOH (by weight of oil) was dissolved in 21.7g of methanol (equivalent to 1:6 of oil to methanol) in a separate beaker to give potassium methoxide. This solution was added to the preheated oil and stirred for two hours on a magnetic stirrer. The condenser was placed on top of the mixture setup to condense any vaporized liquid (such as methanol) back to liquid which consequently returned into the mixture as liquid methanol. After two hours, the entire mixture was poured into a separating beaker and left for twelve hours to separate into two phases, where the glycerol settled at the bottom of the separating funnel and the methyl ester at the top of the funnel [12]. This is possible because the two liquids have different densities. The tap at the base of the separating funnel was opened to allow the run of glycerol into one container while the biodiesel followed after the flow of glycerol has ended as shown in figure 1

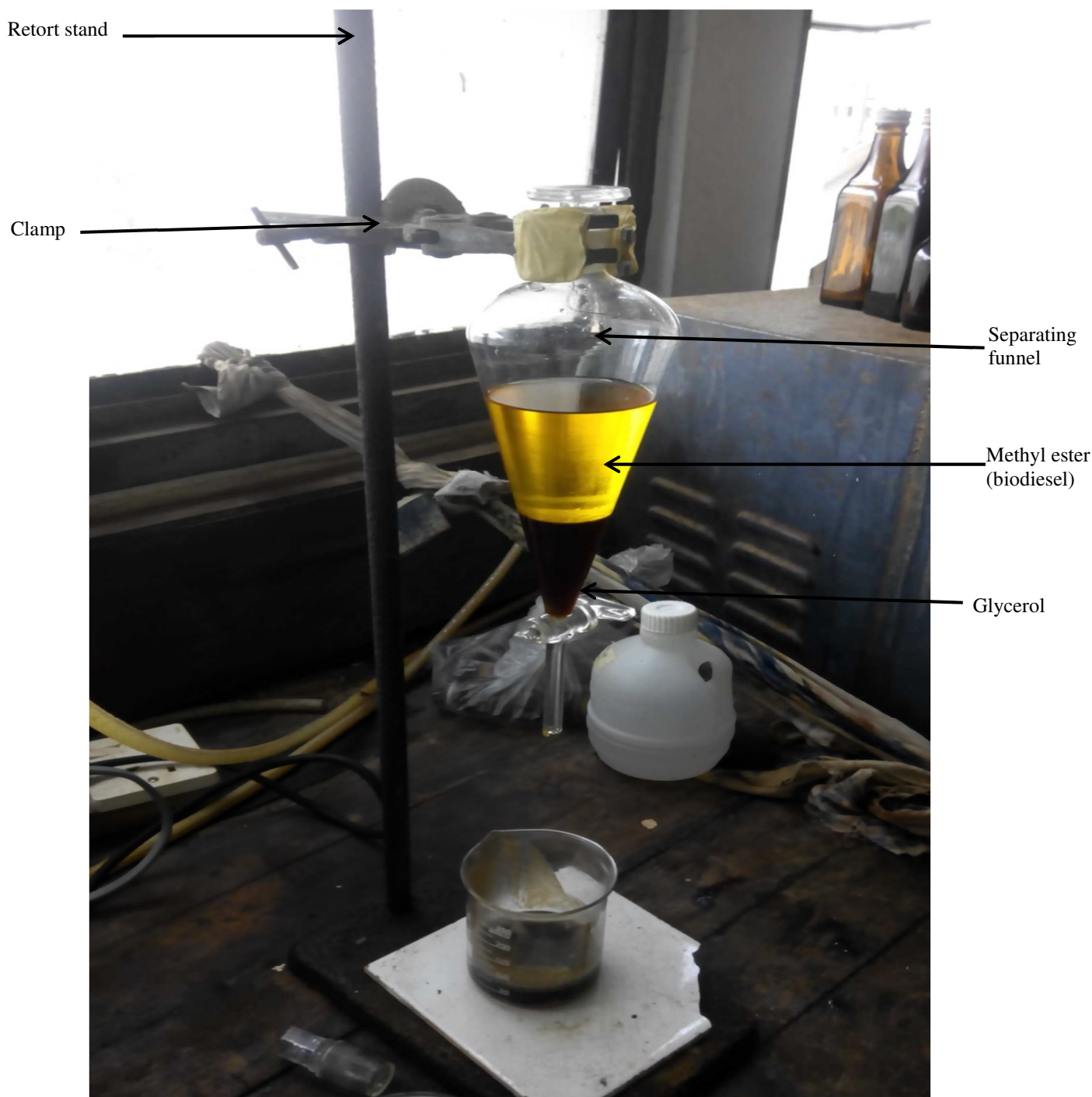


Figure 1. Methyl Ester Separation Using Separating Funnel during Experiment

2.2 PERCENTAGE YIELD OF METHYL ESTER ON MOLAR RATIO VARIATION

Four different molar ratios of oil to methanol were investigated (1:3, 1:6, 1:9, 1:12) and the percentage yield of biodiesel for each ratio was calculated accordingly. While the mass (100g) of oil was kept constant to maintain its ratio of ONE (1) and the amount of potassium hydroxide as a catalyst (1g or 1% KOH) was also kept constant together with other reaction conditions. But mass of methanol varied depending on each ratio. While 10.85g of methanol was used for 1:3, 21.7g was used for 1:6,

32.55g of the same methanol was used for 1:9 and 43.4g was used for 1:12. The percentage yield of biodiesel for each ratio was calculated using:

$$\text{Percentage Yield} = \frac{\text{Mass of methyl ester produced}}{\text{Mass of oil used}} \times 100$$

2.3 CHARACTERISATION OF METHYL ESTER AND ITS BLENDS (PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES)

2.3.1 DETERMINATION OF DENSITY (RELATIVE DENSITY)

The density of oil was measured using density bottle. A clean and dry density bottle of 25mL capacity was weighed with the stopper on it (W_0). It was then filled with the oil, stopper inserted and immersed in a thermostated water bath at 40°C until it equilibrates with the temperature. The water that oozed out from the stopper was wiped dry and weighed to give (W_1). The oil was substituted for water after washing and drying the bottle and reweighed to give (W_2).

$$\text{Relative Density} = \frac{\text{Mass of oil } (W_1 - W_0)}{\text{Mass of equal volume of water } (W_2 - W_0)}$$

2.3.2 DETERMINATION OF KINEMATIC VISCOSITY

Viscosity measurement was performed using kinematic viscometer. The viscometer was first calibrated using glycerol and viscometer constant K_a was obtained. The viscosity of oil was determined at 40°C so as to be able to compare with the standard values. The time of flow of each oil sample under gravity through the capillary of the viscometer was measured at known temperature. Then viscosity was calculated using:

$$\text{Viscosity} = \text{Calibration Constant} \times \text{Mean Time of Flow of Oil.}$$

Calibration constant used was 0.09827

2.3.3 DETERMINATION OF FLASH POINT AND SMOKE POINT

A clean and dry crucible filled with 20mL of biodiesel was placed on a regulated heating mantle; a thermometer was clamped to touch the biodiesel but not touching the bottom of the crucible. The biodiesel was stirred and a flame was passed over the surface of the biodiesel at 30°C interval. The temperature at which the smoke started coming out from the biodiesel is the **smoke point** while the temperature at which the smoke ignites is the **flash point**. (ASTM D-93)

2.3.4 DETERMINATION OF CETANE NUMBER (CN)

Cetane number of biodiesel was calculated according to the expression given below [13]:

$$\text{CN} = 46.3 + (5458/\text{SV}) - (0.225 \times \text{IV})$$

Where SV = Saponification Value; IV = Iodine Value

2.3.5 DETERMINATION OF IODINE VALUE (IV)

Accurately weighed 0.25 g oil sample was put into a conical flask and dissolved with 10 mL chloroform (CHCl_3) and 25 mL Hanus reagent was added. The flask was placed in the dark for about 30 minutes with occasional shaking. 10 mL KI solution was added with thorough shaking. Traces of iodine on stopper were washed down with 100 mL of distilled water and 25 mL of the solution obtained was titrated with standard 0.1 M sodium thiosulphate solution with constant shaking until the yellow solution turned almost colourless. Two drops of freshly prepared starch indicator were added and the titration continued until the blue-black colour disappears. Blank determination was also performed. The iodine value (IV) was calculated using the expression below (EN 14214):

$$\text{IV} = \frac{(B-S) \times 126.9}{\text{Weight of oil (g)}}$$

Where B = Blank titre value; S = Sample titre value; 126.9 = Atomic mass of Iodine

2.3.6 DETERMINATION OF ACID VALUE (AV) AND PERCENTAGE FREE FATTY ACID (FFA)

Accurately weighed 5.0 g of each oil sample was weighed into a conical flask. 50 mL of methanol was neutralized by adding 2 or 3 drops of phenolphthalein indicator and few drops of 0.1 M KOH to produce a faint pink colour. The mixture was added to the oil and was boiled on water bath for few minutes until the oil globulised. The mixture was titrated with 0.25 M KOH solution until a pink colour persists for about one minute was obtained. The percentage free fatty acids and the acid value were calculated from the expression below [14]:

$$\text{Acid value} = \frac{\text{Titre Value} \times M \times 56.1}{\text{Weight of oil (g)}}$$

$$\text{Percentage FFA} = \text{Acid value} / 1.99$$

Where M = molarity of KOH,

56.1 = molar mass of KOH

2.3.7 DETERMINATION OF SAPONIFICATION VALUE (SV)

An alcoholic KOH solution was prepared by crushing 40 g KOH and 45 g CaO. The mixture was well ground and dissolved with a little portion of methanol. The content was transferred to a two litres volumetric flask and made up to two litres with methanol. The flask was shaken vigorously for a few minutes and left overnight. The resulting content of the flask was filtered into a clean volumetric flask [14]. Two grams of each sample was weighed into a 250 mL quick-fit flask, 25 mL of alcoholic KOH was added and the content was refluxed for one hour on the magnetic stirrer. After refluxing, the flask was allowed to cool and the condenser was washed with little distilled water. The excess unreacted KOH was titrated with 0.5 M HCL using phenolphthalein indicator. The same procedure was carried out for a blank determination [14]. The Saponification value (SV) was calculated from the expression below:

$$\text{SV} = \frac{(B - S) \times 56}{\text{Weight of Sample (g)}}$$

Where B = titre value of Blank; S = titre value of the Sample; 56.10 = molar mass of KOH.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 PERCENTAGE YIELD OF METHYL ESTER ON MOLAR RATIO VARIATION

The variation of the molar ratio of methanol to oil showed that the percentage yield of biodiesel increased as the ratio increased except at 1:9 where the percentage yield of biodiesel started to decline as shown in figure 2. This might be as a result of excess methanol present in the mixture, because, excess methanol hinders the formation of biodiesel [15].

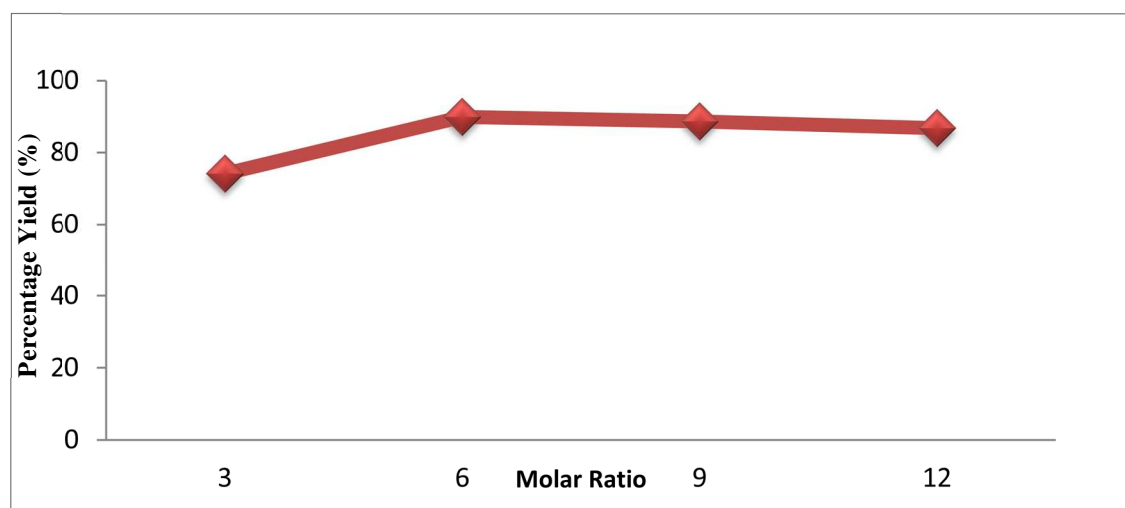


Figure 2. Percentage Yield of Methyl Ester on Molar Ratio Variation

3.2 PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF PRODUCED METHYL ESTER AND ITS BLENDS

The results from the investigations of physicochemical properties of the produced methyl ester and its blends showed that for almost all the physical properties, such as Density, Viscosity, Flash Point (FP), Cetane Number (CN) and Smoke Point (SP), the magnitude of each property increased as the percentage of the biodiesel blend increased except for some chemical properties such as Iodine Value (IV), Saponification Value (SV) and Peroxide Value (PV). But generally, the value of each of these properties for biodiesel (B100) was almost the same as European Standard (EN 14214), United States Standard (ASTM D6751) and South African Standard (SANS 1935) as shown in table 1 and figures 3 to 7.

Table 1 Physicochemical Properties of produced Methyl Ester and its Blends and Comparison with Standard Values.

FUEL PROPERTY	UNIT	Bo	B25	B50	B75	B100	European Biodiesel Standard (EN 14214)		United States Biodiesel Standard (ASTM D6751)		South African Biodiesel Standard (SANS 1935)	
							LIMITS		LIMITS		LIMITS	
							MIN.	MAX	MIN.	MAX	MIN.	MAX
Ester Content	% (m/m)	-	-	-	-	89.93	96.5	-	-	-	96.5	-
Density at 40°C	Kg/m ³	830	844	849	859	860	860	900	-	-	860	900
Viscosity at 40°C	mm ² /s	3.91	4.00	4.80	5.50	6.00	3.5	5.0	1.9	6.0	3.5	5.0
Flash Point	°C	65	95	110	130	178	120	-	93	-	120	-
Cetane Number	-	65.80	66.72	67.09	67.40	68.63	51	-	47	-	51	-
Acid Value	mgKOH/g	0.70	1.12	1.12	1.25	1.40	-	0.50	-	0.50	-	0.50
Iodine Value	I/100g	115.75	114.49	113.33	112.67	111.67	-	120	-	-	-	140
Smoke Point	°C	45	50	70	80	95	-	-	-	-	-	-
Saponification Value	mgKOH/g	119.85	118.20	117.90	117.50	115.01	-	-	-	-	-	-
Peroxide Value	mgKOH/g	9.00	7.00	4.00	2.00	1.50	-	-	-	-	-	-

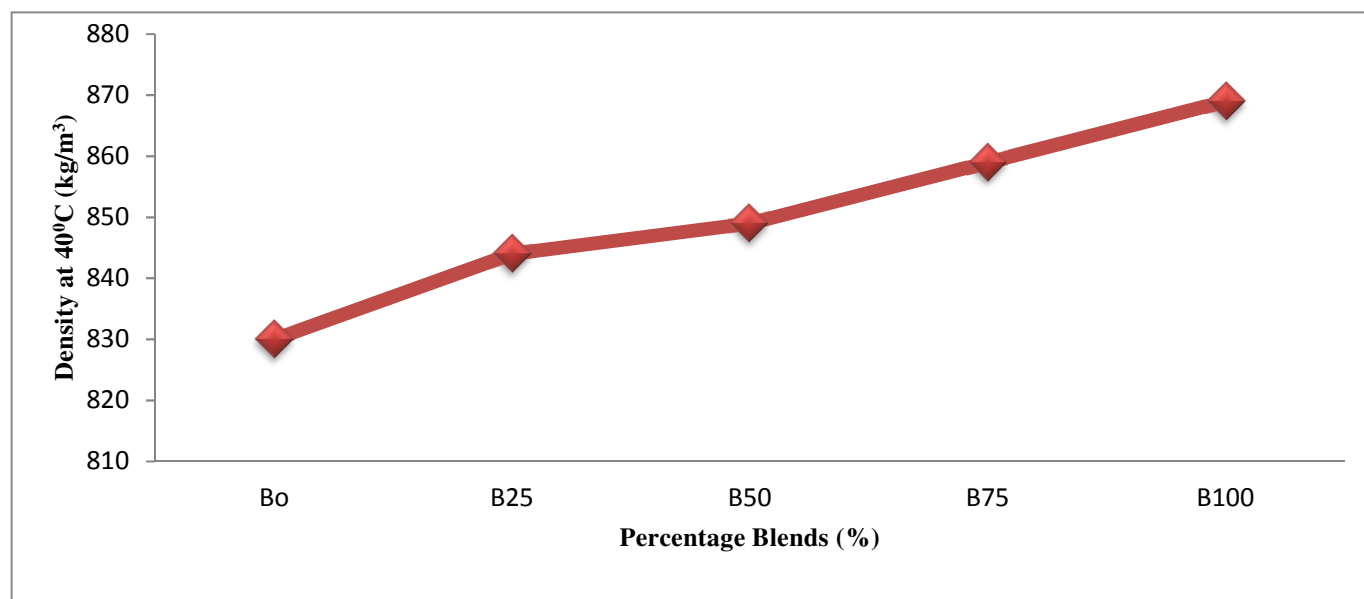


Figure 3. Effects of Methyl Ester Blends on Density

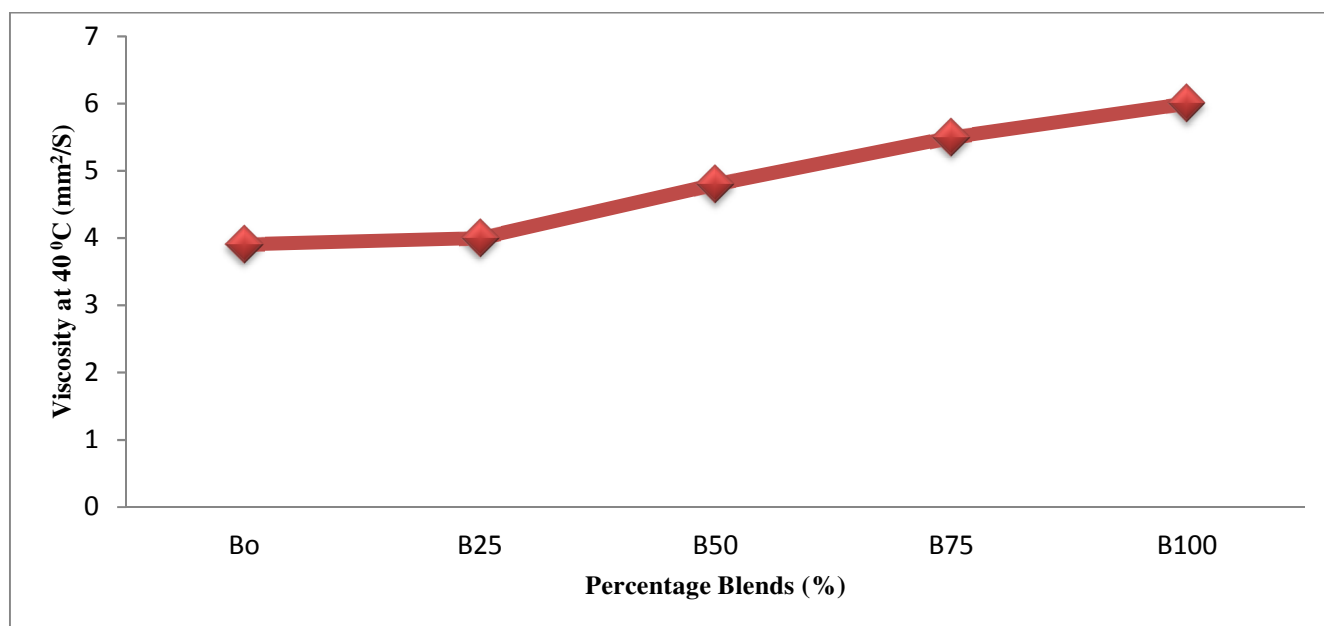


Figure 4. Effects of Methyl Ester Blends on Viscosity

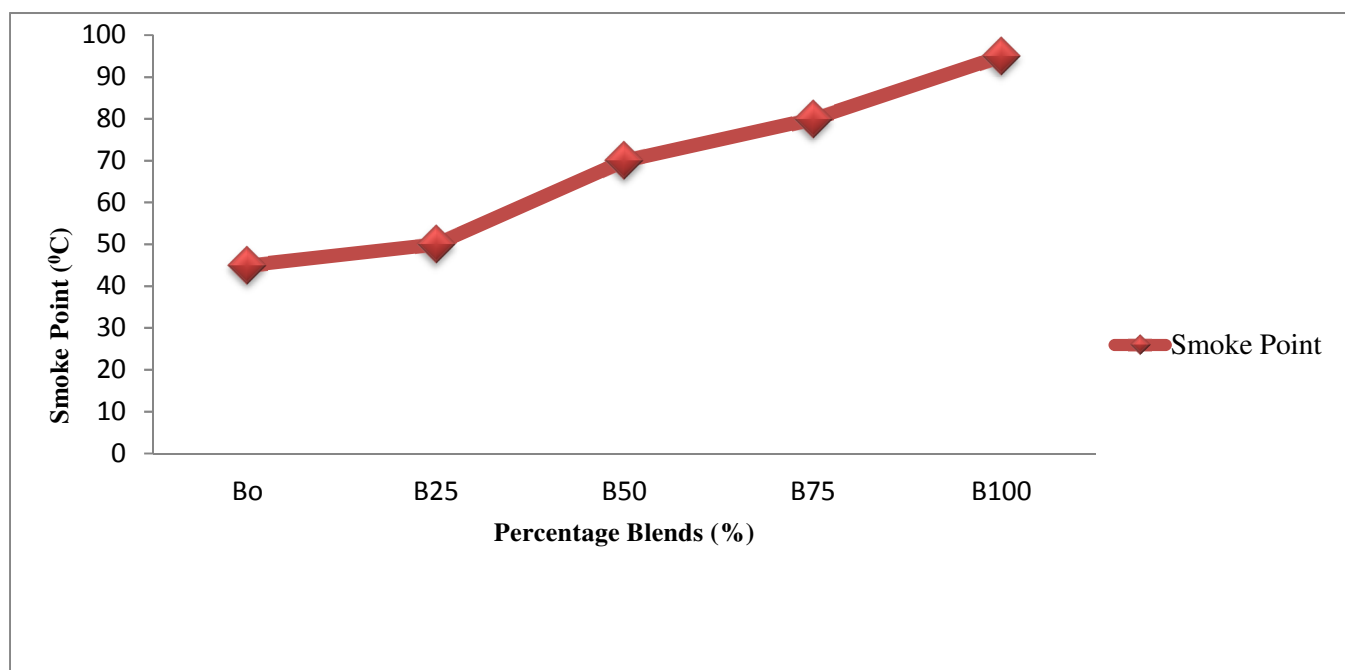


Figure 5. Effects of Methyl Ester Blends on Smoke Point

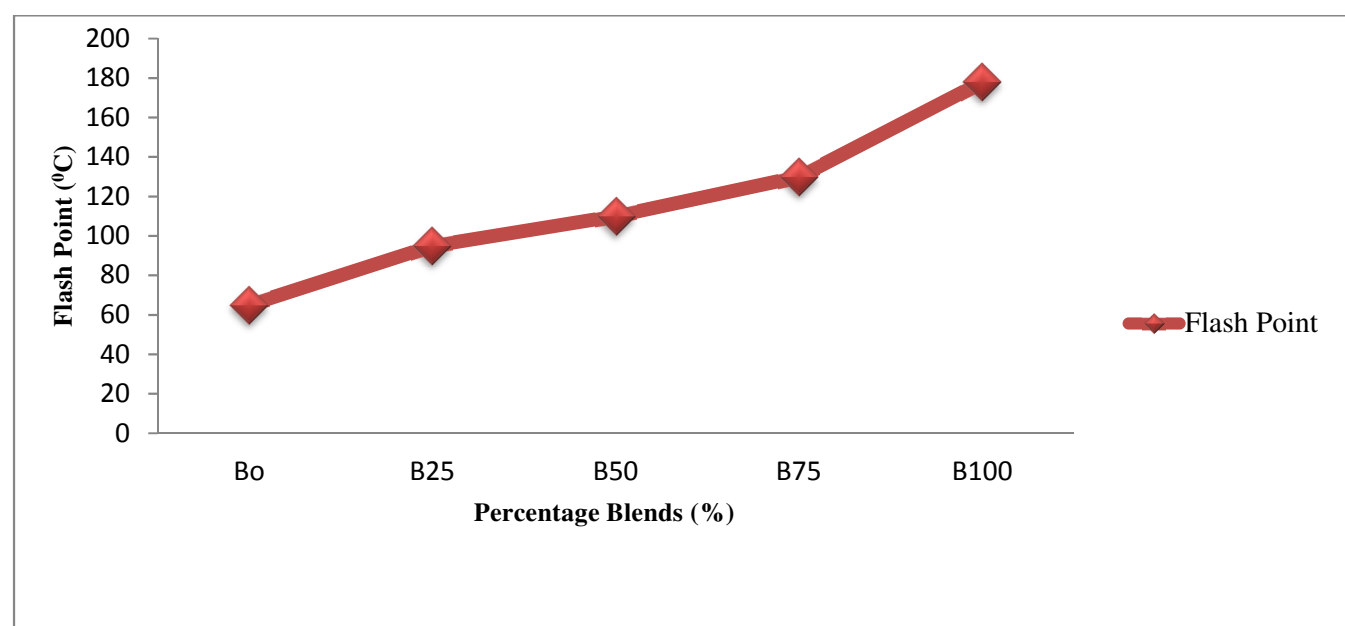


Figure 6. Effects of Methyl Ester Blends on Flash Point

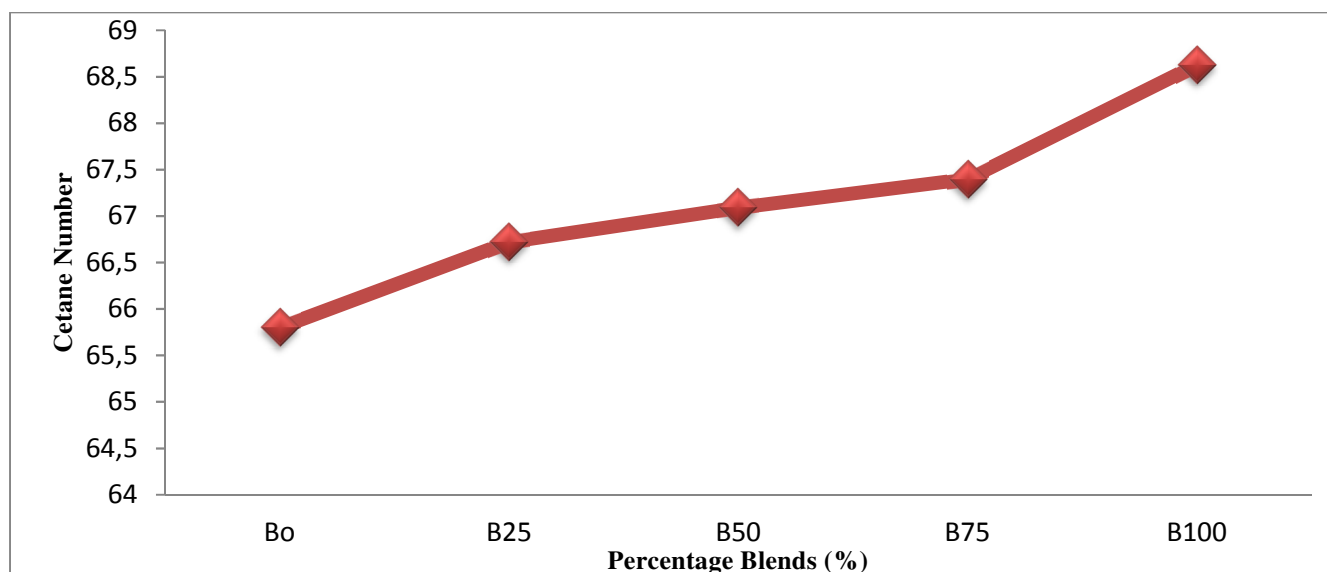


Figure 7. Effects of Methyl Ester Blends on Cetane Number

4 CONCLUSION

The production of methyl ester (biodiesel) was possible using transesterification of waste cooking oil with methanol in the presence of potassium hydroxide (KOH) as a catalyst at 65°C. The separation of biodiesel from glycerol was done using separating funnel with the biodiesel at the top because of its lower density compared to the denser glycerol which settled at the base of the funnel. Also, the variation of the molar ratio of methanol to oil showed that the percentage yield of biodiesel increased as the ratio increased except at 1:9 where the percentage yield of biodiesel started to decline which might be as a result of excess methanol present in the mixture. Because for higher molar ratios, the separation of the glycerol was difficult, as the methanol excess hinders the decantation by gravity [15] so that the apparent yield of esters decreases since part of the glycerol remains in the biodiesel phase. Moreover, results from the investigations of physicochemical properties of the produced biodiesel and its blends showed that for almost all the physical properties, such as density, viscosity, flash point, cetane number and the smoke point, the magnitude of each property increased as the percentage of the biodiesel blend increased. But generally, the value of each of these properties for biodiesel (B100) was almost the same as European Standard (EN 14214), United States Standard (ASTM D6751) and South African Standard (SANS 1935). Also, the values were observed very close to those obtained for ordinary normal diesel (Bo). The study concludes that waste cooking oil methyl ester compares favorably with fossil diesel in terms of physicochemical properties and its values are within the acceptable standards.

REFERENCES

- [1] Eman, N., Ali, C.I.T. Characteristics of Biodiesel produced from Palm Oil via Base Catalyzed Trans esterification, (2013). Vol. 53, pg. 7-12.
- [2] Demirbas, A., and Karsliogu, S. Biodiesel production facilities from vegetable oils and animal fats, (2007). Energy Sources Part A 29, 133–141.
- [3] Encinar, J.M., Gonzalez, J.F., and Rodriguez-Reinares, A. Ethanolysis of used frying oil. Biodiesel preparation and characterization, (2007). Fuel Process Technol. 88, 513–522.
- [4] Kouzu, M., and Hidaka, J.S. Transesterification of vegetable oil into biodiesel catalyzed by CaO: (2012) a review. Fuel 93, 1–12.
- [5] Darnoko, D., and Cheryan, M. Kinetics of palm oil transesterification in a batch reactor. J. Am. Oil Chem. Soc. (2000) 77, 1263–1267.
- [6] Fukuda, H., Kondo, A., Noda, H. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. J. Biosci. Bioeng, (2001) 92, 405–416.
- [7] Sharma, Y.C., and Singh, B. Development of biodiesel from karanja, a tree found in rural India, (2008). Fuel 87, 1740–1742.
- [8] Srivastava, P.K., and Verma, M. Methyl ester of karanja oil as an alternative renewable source energy, (2008). Fuel 87, 1673–1677.

- [9] Freedman, B., Pryde, E.H., and Mounts, T.L. Variables affecting the yields of fatty esters from trans esterified vegetable-oils, (1984). *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61, 1638–1643.
- [10] Meher, L.C., VidyaSagar, D., and Naik, S.N. (2006). Technical aspects of biodiesel production by Trans esterification — a review. *Renewable Sustainable Energy Rev.*, (2006). 10, 248–268.
- [11] Sharma, Y.C., Singh, B., and Upadhyay, S.N. Advancements in development and characterization of biodiesel: (2008) a review. *Fuel* 87, 2355–2373.
- [12] Gerpen, J.V. Biodiesel Processing and Production. *Fuel Processing Technology*, (2005). Volume 86(10) on pages 1097-1107.
- [13] Mohibbe, A., Amtul, W., and Nahar, N.M. Prospect and Potential of Fatty Acid Methyl Esters of Some Non – traditional Seeds Oils for use as Biodiesel in India, (2005). *Biomass Bioner.* 29: 293 -302.
- [14] AOAC, Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, (1991). *Analytica Chimica Acta*, Volume 242 on page 302.
- [15] Feuge, R.O., Gros, A.T. Modification of vegetable oils. VII. Alkali catalyzed interesterification of peanut oil with ethanol, (1949). *J. Am. Oil Chem. Soc.* **26**: 97-102.

Experimental Investigation of Combustion Characteristics of Waste Cooking Oil Methyl Ester and its Blends in Compression Ignition Engine

Samson K. Fasogbon and Opeyemi Seriffdeen Jimoh

Mechanical Engineering Department, Faculty of Technology,
University of Ibadan,
Ibadan, Oyo State, Nigeria

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The high energy demand in the industrialized world as well as the pollution problems caused due to the use of fossil fuels make it increasingly necessary to develop a new renewable energy source. This work transesterified waste cooking oil with methanol and investigated combustion characteristics of the resulting methyl ester and its blends in a compression ignition engine. The methyl ester and its blends were combusted in a direct injection single cylinder four-stroke air cooled diesel engine one after the other and the combustion characteristics such as combustion temperature, cylinder pressure, heat release rate and ignition delay were investigated at different loads of 0.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0 and 100.0% with full throttle speed of the engine. Results obtained showed that the combustion temperature, cylinder pressure and heat release rate increased as the load increased for each blend. And for each load, the combustion temperature, cylinder pressure and heat release rate increased as the percentage of methyl ester in the blends increased. While ignition delay reduced as the load increased but increased as the percentage of methyl ester in the blends increased. The study concludes that waste cooking oil methyl ester and its blends compare favorably with petroleum diesel and possessed combustion characteristics very close to that of fossil diesel in terms of combustion temperature, cylinder pressure, heat release rate and ignition delay when combusted in a compression ignition engine.

KEYWORDS: Biodiesel Blends, Combustion Characteristics, Glycerol, Methyl Ester, Transesterification.

1 INTRODUCTION

Majority of the world's energy needs are supplied through petrochemical sources (fossil fuels). All these sources are finite and with time, usage rates will be consumed shortly. The high energy demand in the industrialized world as well as the pollution problems caused due to the use of fossil fuels make it increasingly necessary to develop a new renewable energy source. Methyl ester (Biodiesel) has created great awareness in different countries all over the world because of its renewability, improved gas emissions, better combustion characteristics and its biodegradability. The fuel modification is mainly aimed at reducing the viscosity to get rid of flow and combustion-related problem. For these modifications in fuel characteristics, there are mainly four processes named as dilution or blending, micro-emulsification, transesterification and pyrolysis. Among all these techniques, the transesterification seems to be the best choice, as the physical characteristics of fatty esters are very close to those of diesel fuel and the process is relatively simple. The commercial method used for the biodiesel production is the transesterification also known as alcoholysis [1]. Transesterification is the process of using an alcohol of low molecular weight (e.g. methanol, ethanol, butanol), in the presence of a catalyst such as sodium hydroxide or potassium hydroxide, to break the molecule of the raw renewable oil chemically into methyl or ethyl esters of the renewable oil with glycerol as a byproduct. Methyl ester refers to a vegetable oil-or-fat based diesel fuel consisting of long chain alkyl esters. It is an attractive alternative to fossil fuels; it is biodegradable, non-toxic and has low combustion and emission profiles as compared to petroleum fuels. Biodiesel can be produced from vegetable oils, animal fats or waste cooking oils by transesterification with an alcohol in order to substitute fossil fuels [2], [3], [4]. Many works have used methanol [5], [6], [7], [8] as alcohol reactant which is mainly produced by oxidation processes of methane, a natural gas component, hence, a non-renewable energy.

Methanol is preferable to ethanol because it is very cheap and due to its dissolving power for vegetable oils, it has low toxicity and renewable origin. Various factors such as Free Fatty Acid (FFA) content, water content, amount/type of catalyst, vegetable oil to alcohol molar ratio or temperature can affect the process [9], [10], [11]. Methyl ester can be blended with petroleum diesel. In the case of mixtures, the respective proportion of methyl ester in petrol diesel should be indicated. E.g. B20 means a mixture of 20% methyl ester and 80% petroleum diesel; B75 means a mixture of 75% methyl ester and 25% petroleum diesel while B50 means 50% methyl ester and 50% petroleum diesel. B100 means pure methyl ester and B0 means pure petroleum diesel.

Extensive research on the use of alternative input products, such as rape oil, soybean oil, sunflower oil, waste cooking oil (WCO) and tallow oil in the production of methyl ester have been conducted. Based on exhaustive engine tests, it can be concluded that methyl ester can be adopted as an alternative fuel for existing conventional diesel engines without requiring any major modifications in the mechanical system of the engines. Various studies have shown that methyl ester made from WCO can be used in different types of diesel engines with no loss of efficiency [12] and significant reductions in CO emissions [13], [14] and total hydrocarbon (THC) emissions [15], [16] when compared with emissions from conventional fossil diesel fuel. Murillo et al. [17] tested a four-stroke diesel outboard engine running on conventional diesel, conventional diesel blended with certain amounts of WCO methyl ester (10, 30 and 50%), and pure methyl ester and proved that the bio-diesel blends are environmentally friendly alternatives to conventional diesel. They found some reduction in power of approximately 5% with B10 and B30, and 8% with B50 and B100 with respect to the power obtained from conventional diesel. The methyl ester from WCO was tested by Meng et al. [18] on an unmodified diesel engine and the results showed that under all conditions, the dynamical performance remained normal. In another study, waste cooking oil from restaurants was used to produce neat (pure) methyl ester through transesterification, and this converted biodiesel was then used to prepare biodiesel/diesel blends. The authors of the study concluded that B20 and B50 are the optimum fuel blends in terms of emissions [19].

In this study, the performance of WCO methyl ester blended with diesel fuel in ratios of 25% (B25), 50% (B50) and 75% (B75) was investigated and compared with that of regular diesel 0% (B0) and pure methyl ester 100% (B100) in terms of combustion in a four stroke direct-injection diesel engine. The research deals with the experimental investigation of combustion characteristics of variable torque engine for different proportion of blends of biodiesel (methyl esters of waste cooking oil) with standard diesel for varying conditions. Load is one of the parameters which influence the performance of an engine. The combustion parameters such as variation of combustion temperature, cylinder pressure, heat release rate and ignition delay with reference to the speed and for different loading conditions are discussed in detail.

2 METHODOLOGY

2.1 METHYL ESTER PRODUCTION

The process employed was transesterification because it was a simple and fastest way of producing methyl ester as recommended by Van Gerpen [20] and almost all the literature consulted supported the use of the method in producing methyl ester. Transesterification of oil was carried out with methanol at a molar ratio of 1 to 6 (1:6) in the presence of potassium hydroxide (KOH) as a catalyst and 65°C reaction temperature. One hundred gram (100g) of oil was weighed into 250 mL flat bottom flask fitted with a condenser. The oil was preheated for about thirty minutes (30 mins) to increase the reaction of the oil with methanol. 1% KOH (by weight of oil) was dissolved in 21.7g of methanol (equivalent to 1:6 of oil to methanol) in a separate beaker to give potassium methoxide. This solution was added to the preheated oil and stirred for two hours on a magnetic stirrer. The condenser was placed on top of the mixture setup to condense any vaporized liquid (such as methanol) back to liquid which consequently returned into the mixture as liquid methanol. After two hours, the entire mixture was poured into a separating beaker and left for twelve hours to separate into two phases, where the glycerol settled at the bottom of the separating funnel and the methyl ester at the top of the funnel as shown in figure 1. This is possible because the two liquids have different densities. The physicochemical properties of produced methyl ester and its blends are shown in table 1.

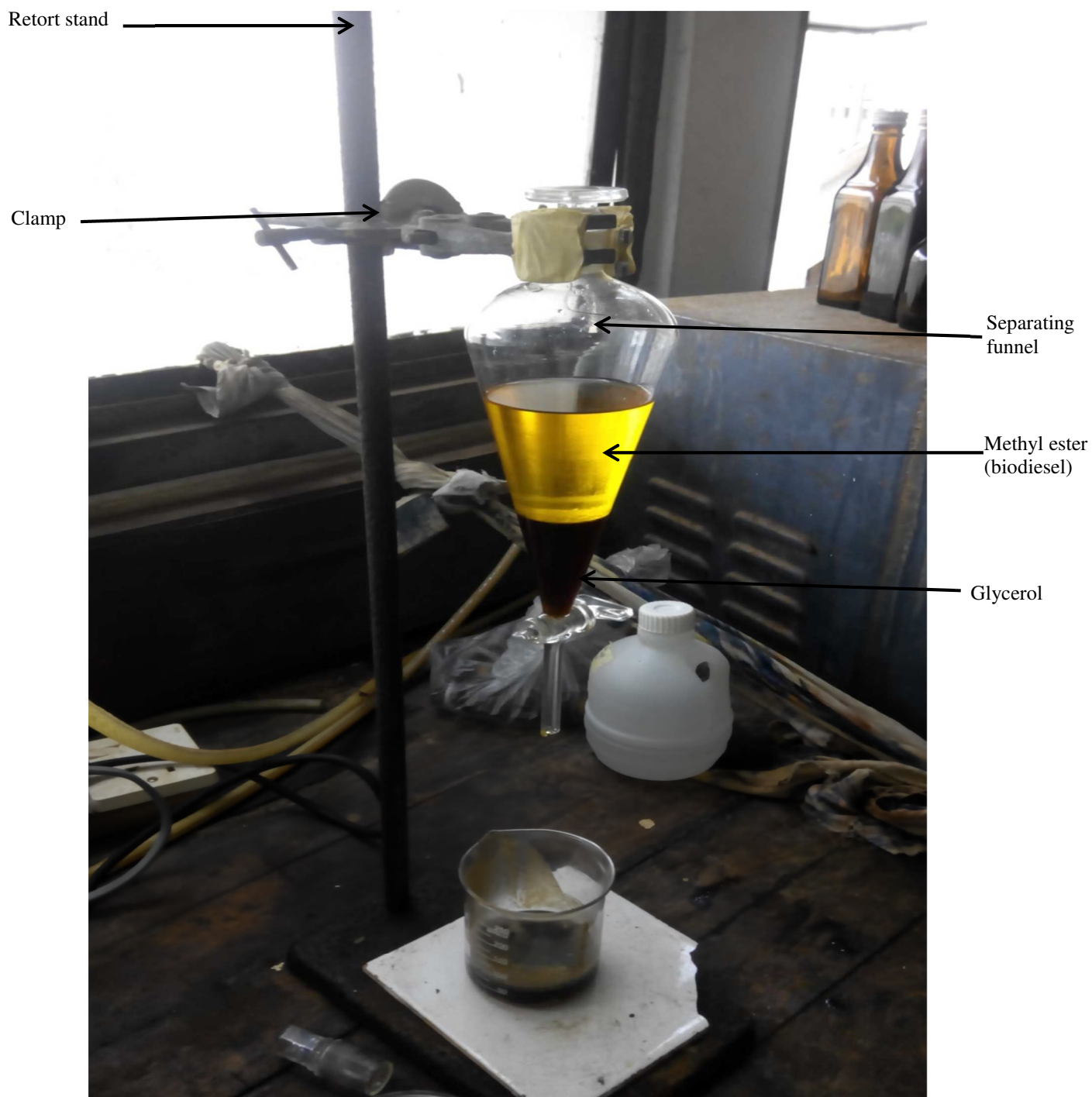


Figure 1. Methyl Ester Separation Using Separating Funnel during Experiment

Table 1. Physicochemical Properties of Produced Methyl Ester and its Blends

S/N	FUEL PROPERTY	UNIT	Bo	B25	B50	B75	B100
1.	Ester Content	% (m/m)	-	-	-	-	89.93
2.	Density at 40°C	Kg/m ³	830	844	849	859	860
3.	Viscosity at 40°C	mm ² /s	3.91	4.00	4.80	5.50	6.00
4.	Flash Point	°C	65	95	110	130	178
5.	Cetane Number	-	65.80	66.72	67.09	67.40	68.63
6.	Acid Value	mgKOH/g	0.70	1.12	1.12	1.25	1.40
7.	Iodine Value	I/100g	115.75	114.49	113.33	112.67	111.67
8.	Smoke Point	°C	45	50	70	80	95
9.	Saponification Value	mgKOH/g	119.85	118.20	117.90	117.50	115.01
10.	Peroxide Value	mgKOH/g	9.00	7.00	4.00	2.00	1.50

2.2 COMBUSTION INVESTIGATION

The materials/equipment used were Compression Ignition Engine (CIE), Dynamometer with a read out meter, Thermocouple, Methyl Ester and its Blends. A combustion system direct injection diesel engine (MODEL KM 170F AIR COOLED DIESEL ENGINE) was used to carry out the investigations. The specifications of the engine are shown in table 2 while the picture of the diesel engine used for experiment is shown in figure 2. The engine was coupled with hydraulic dynamometer and controller. The dynamometer was capable of measuring the Torque (Nm), Load (%), Speed (rpm) and Combustion Temperature (°C). The engine speed and load were controlled by varying the amount of water supplied to the engine. The engine was used to investigate the combustion behavior and combustion characteristics of methyl ester produced and its blends so as to compare these with petroleum diesel and to recommend the biodiesel and its blends as alternative for petroleum diesel. The combustion characteristics investigated were combustion temperature, ignition delay, heat release rate and cylinder pressure.

Table 2. Specifications of the Engine Used

Type of Engine	MODEL KM 170F Direct Injection Four-stroke Air cooled Diesel Engine.
Number of Cylinder	1
Bore Stroke	70 mm × 50 mm
Max. output	2.8 KW, 3.1 KW
Cont. output	2.5 KW, 2.8 KW
Engine speed	3000 rpm, 3600 rpm
Displacement	0.211 L

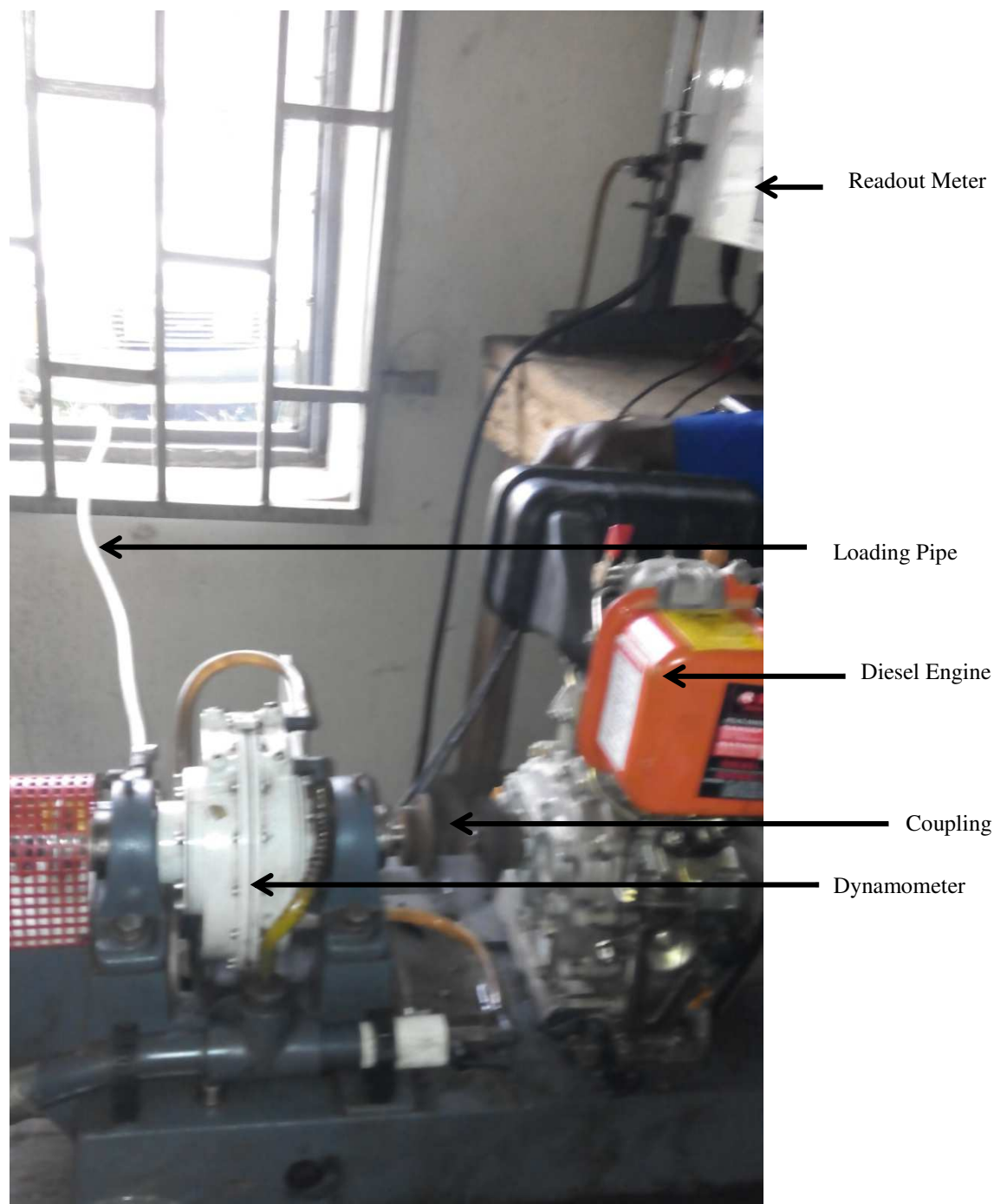


Fig. 1. Figure 2. Assembly of Diesel Engine and Dynamometer during Experiment

2.2.1 DETERMINATION OF COMBUSTION TEMPERATURE

The combustion temperatures at different loading conditions were obtained directly with the help of the thermocouple connected to the dynamometer. The load was gradually increased to obtain different values of combustion temperatures and torques while the speed was kept constant at 2500rpm throughout the experiment. Five samples of oil blends were tested one after the other and they were B0 (0% biodiesel), B25 (25% biodiesel), B50 (50 % biodiesel), B75 (75% biodiesel), B100 (100 % biodiesel). For each sample, the combustion temperature at each loading condition was examined as records were taken for six different loading conditions of 0.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0 and 100.0%.

2.2.2 DETERMINATION OF IGNITION DELAY

Having discovered that the dynamometer used would not be able to give the value of ignition delay directly, equation (1) below was used to calculate the values of ignition delay for each sample of fuel blend for different loading conditions of 0.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0 and 100.0%. The equation [21] was given as:

$$\tau = (22.104 \times \%B + 1131) / T \quad (1)$$

Where τ = Ignition Delay; T = Combustion Temperature; $\%B$ = Percentage Blend

2.2.3 DETERMINATION OF CYLINDER PRESSURE

The method applied for determining the ignition delay was taken for cylinder pressure. Application of equation (2) below was used to obtain the values of cylinder pressure for each sample of fuel blend for different loading conditions of 0.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0 and 100.0%. The equation [21] was given as:

$$\tau = 124.3 \times e^{(0.0893 \times \%B)} \times P^{(-0.0234 \times \%B - 1.1715)} \quad (2)$$

Where τ = Ignition Delay; P = Cylinder Pressure; $\%B$ = Percentage Blend

2.2.4 DETERMINATION OF HEAT RELEASE RATE

Similar step was applied to determine the values of heat release by making use of the equation (3) below. The equation was given according to the first law of thermodynamics for an open system [22] as:

$$\frac{dQ_n}{dt} = \frac{dQ_{ch}}{dt} - \frac{dQ_{hw}}{dt} = \frac{\gamma}{\gamma-1} p \frac{dV}{dt} + \frac{\gamma}{\gamma-1} V \frac{dp}{dt} \quad (3)$$

Where P = Cylinder Pressure; V = Cylinder Volume; Q = quantity of Heat release and γ = Specific Heat Ratio which has the value from 1.3 to 1.35

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 EFFECTS OF METHYL ESTER AND ITS BLENDS ON COMBUSTION TEMPERATURE

Though, the speed of the engine was kept constant throughout the experiment, it was observed that the combustion temperature increased as the load of the engine increased for each blend. And across the blends, the combustion temperature increased as the percentage of methyl ester in the blends increased for each load as shown in figure 2. The value of combustion temperature was observed to be slightly higher for methyl ester and its blends than petroleum diesel though still within the normal range. The reason for this slight increase can be explained on the basis of the presence of the oxygen molecules in methyl ester fuel that results in the air-mixed fuel in the cylinder to burn completely and consequently, increase the combustion temperature.

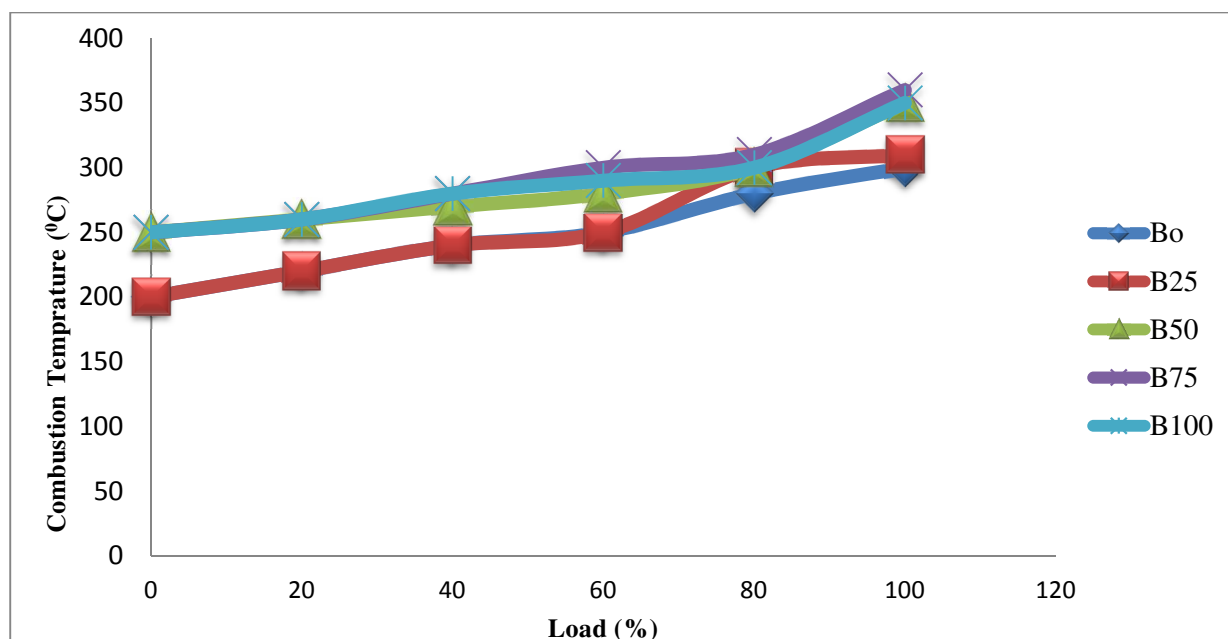


Figure 2. Effects of Methyl Ester and its Blends on Combustion Temperature

3.2 EFFECTS OF METHYL ESTER AND ITS BLENDS ON IGNITION DELAY

The ignition delay was observed to reduce as the engine load increased for each blend but increased as the percentage of the methyl ester in the blends increased across the blends as shown in figure 3. This was observed to be as a result of increase in viscosity across the blends because increase in viscosity increases the ignition delay.

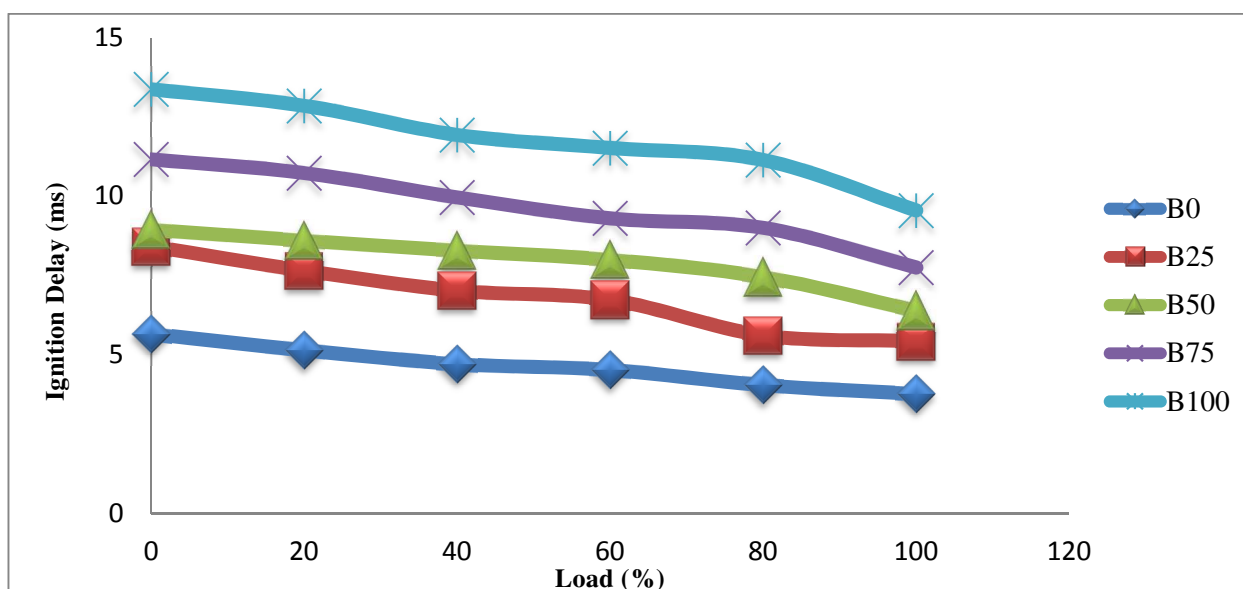


Figure 3. Effects of Methyl Ester and its Blends on Ignition Delay

3.3 EFFECTS OF METHYL ESTER AND ITS BLENDS ON CYLINDER PRESSURE

It was observed that the cylinder pressure increased as the load of the engine increased for each blend. And across the blends, the cylinder pressure increased as the percentage of methyl ester in the blends increased for each load as shown in figure 4. The value of cylinder pressure was observed to be slightly higher for methyl ester and its blends than petroleum diesel though still within the normal range. The reason for this was as a result of increase in combustion temperature.

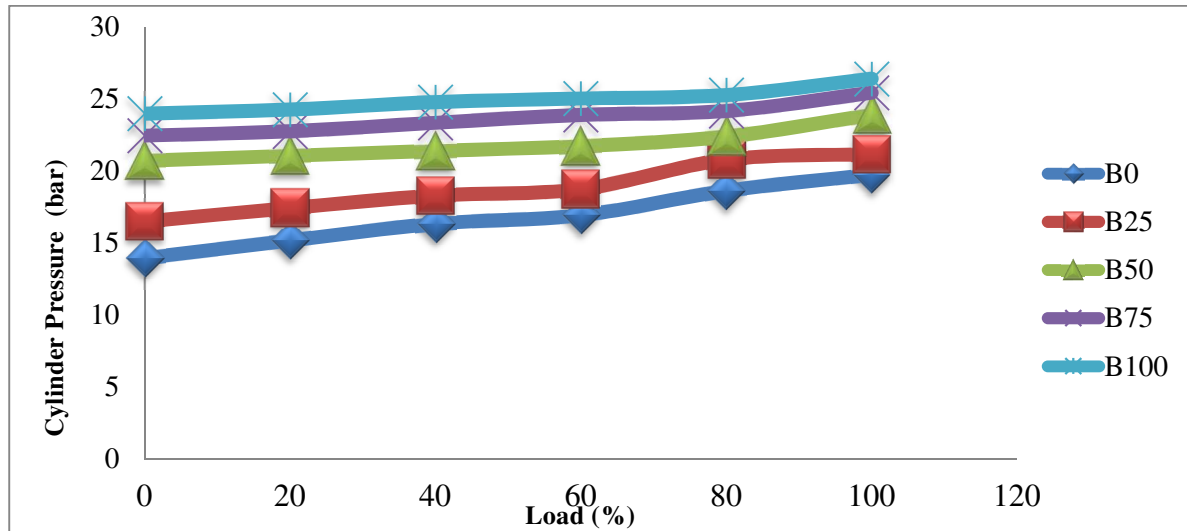


Figure 4. Effects of Methyl Ester and its Blends on Cylinder Pressure

3.4 EFFECTS OF METHYL ESTER AND ITS BLENDS ON HEAT RELEASE RATE

It was observed that the heat release rate increased as the load of the engine increased for each blend. And across the blends, the heat release rate increased as the percentage of methyl ester in the blends increased for each load as shown in figure 5. The value of heat release rate was observed to be slightly higher for methyl ester and its blends than petroleum diesel though still within the normal range. The reason for this slight increase can be explained on the basis of the presence of the oxygen molecules in methyl ester fuel that results in the air-mixed fuel in the cylinder to burn completely and consequently, increase the combustion temperature and heat release rate.

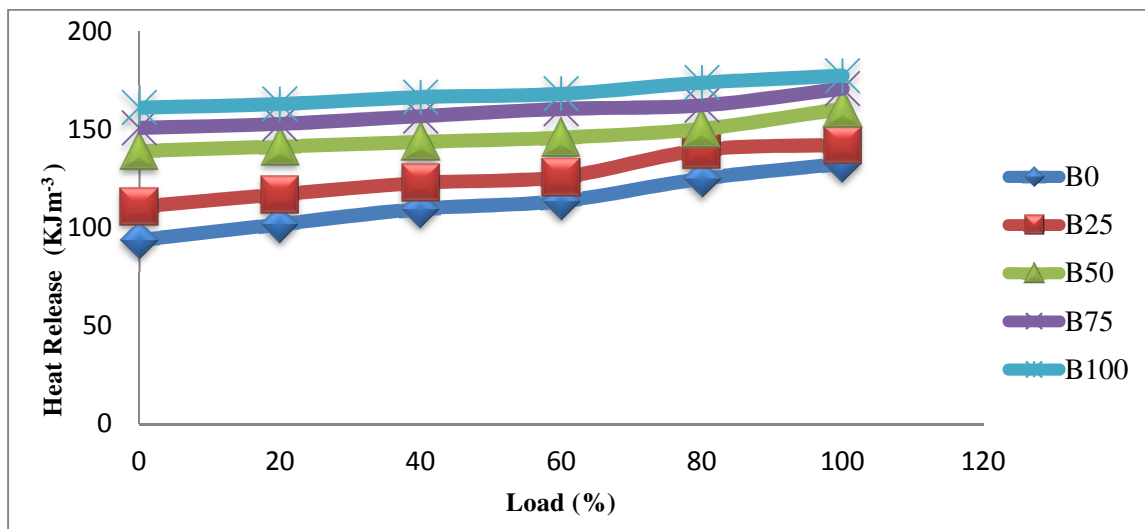


Figure 5. Effects of Methyl Ester and its Blends on Heat Release Rate

4 CONCLUSION

The production of methyl ester (biodiesel) was possible using transesterification of waste cooking oil with methanol in the presence of potassium hydroxide (KOH) as a catalyst at 65°C. The separation of biodiesel from glycerol was done using separating funnel with the biodiesel at the top because of its lower density compared to the denser glycerol which settled at the base of the funnel. The results obtained from the combustion characteristics of methyl ester and its blends such as combustion temperature, cylinder pressure, heat release rate and ignition delay at different loads 0.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0 and 100.0 % showed that the combustion temperature increased as the load for each blend. And for each load, the combustion temperature increased as the percentage of methyl ester in the blends increased. Similar results were obtained for cylinder pressure and heat release rate. But ignition delay reduced as the load increased but increased as the percentage of methyl ester in the blends increased. This might be as a result of higher viscosity of the methyl ester and its blends than that of petroleum diesel because increase in viscosity of the fuel increases the ignition timing. The study concludes that waste cooking oil methyl ester and its blends compare favorably with fossil diesel in terms of combustion characteristics and the values are within the acceptable standards. The results obtained showed that methyl ester and its blends possessed combustion characteristics very close to fossil diesel in terms of combustion temperature, cylinder pressure, heat release rate and ignition delay. Meanwhile, the values of combustion temperature, cylinder pressure and heat release rate were observed to be slightly higher for methyl ester and its blends than petroleum diesel though still within the normal range, the reason for this slight increase can be explained on the basis of the presence of the oxygen molecules in methyl ester fuel that results in the air-mixed fuel in the cylinder to burn completely and consequently, increase the combustion temperature, cylinder pressure and heat release rate.

REFERENCES

- [1] Eman, N., and Ali, C.I.T. Characteristics of Biodiesel produced from Palm Oil via Base Catalyzed Transesterification, (2013). Vol. 53, pg 7-12.
- [2] Demirbas, A., and Karsliogu, S. Biodiesel production facilities from vegetable oils and animal fats, (2007). *Energy Sources Part A* 29, 133–141.
- [3] Encinar, J.M., Gonzalez, J.F., and Rodriguez-Reinares, A. Ethanolysis of used frying oil. Biodiesel preparation and characterization. *Fuel Process. Technol.* 88, 513–522.
- [4] Kouzu, M., and Hidaka, J.S. Transesterification of vegetable oil into biodiesel catalyzed by CaO: a review. (2012). *Fuel* 93, 1–12.
- [5] Darnoko, D., and Cheryan, M. Kinetics of palm oil transesterification in a batch reactor. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, (2000). 77, 1263–1267.
- [6] Fukuda, H., Kondo, A., Noda, H. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *J. Biosci. Bioeng.* (2001). 92, 405–416.
- [7] Sharma, Y.C., and Singh, B. Development of biodiesel from karanja, a tree found in rural India. (2008). *Fuel* 87, 1740–1742.
- [8] Srivastava, P.K., and Verma, M. Methyl ester of karanja oil as an alternative renewable source energy, (2008). *Fuel* 87, 1673–1677.
- [9] Freedman, B., Pryde, E.H., and Mounts, T.L. Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable-oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, (1984). 61, 1638–1643.
- [10] Meher, L.C., VidyaSagar, D., and Naik, S.N. (2006). Technical aspects of biodiesel production by Transesterification — a review. *Renewable Sustainable Energy Rev.*, (2006). 10, 248–268.
- [11] Sharma, Y.C., Singh, B., and Upadhyay, S.N. Advancements in development and characterization of biodiesel: a review, (2008). *Fuel* 87, 2355–2373.
- [12] Kinoshita, E., Hamasaki, K., Jaqin, C., and Takasaki, K. Combustion Characteristics for Diesel Engines with Emulsified Biodiesel without Adding Emulsifier, (2004). SAE Technical Paper Series.
- [13] Tat, M.E., Van Gerpen, J.H., and Wang, P.S. Fuel Property Effects on Injection Timing, Ignition Timing and Oxides of Nitrogen Emissions from Biodiesel – fueled Engines, (2007). ASABE, volume 50(4) on pages 1123-1128.
- [14] Payri, F., Macián, V., Arregle, J., Tormos, B., Martínez, J.L. Heavy-duty diesel engine performance and emission measurements for biodiesel (from cooking oil) blends used in the ECOBUS project, (2005). SAE paper. 2005-01-2205.
- [15] Mittelbach, M., Tritthart, P. Diesel fuel derived from vegetable oils, III. Emission tests using methyl esters of used frying oil. *J American Oil Chemists' Soc.*, (1988) 65(7): 1185-1187.

- [16] Matti, K., Paivi, A., Nis-Olof, N., and Aapo, N. Effect of Lubricant on Particle Emissions of Heavy Duty Diesel Engines, (2002). Conference Paper Published in SAE Technical Paper Series.
- [17] Murillo, S., Mi'guez, J.L, Porteiro J., Granada, E, Mora'n, J.C. Performance and exhaust emissions in the use of biodiesel in outboard diesel engines, (2007). Fuel 86: 1765-1771.
- [18] Meng, X., Chen, G., Wang, Y. Biodiesel production from waste cooking oil via alkali catalyst and its engine test, (2008). Fuel Processing Technol. 89: 851-857.
- [19] Lin, Y., Wu, Y.G., Change, C.T. Combustion characteristics of waste oil produced biodiesel/diesel fuel blends, (2007). Fuel, (86): 1772-1780.
- [20] Van Gerpen, J. Biodiesel processing and production. Fuel Process.Technol. (2005). 86, 1097-1107.
- [21] El-Bahnasy, S.H.M., and El-Kotb, M.M. Measurement and Modelling of Shock tube Ignition Delay for Propene, (1994). Vol.43 issue 2 on page 128.
- [22] Kwang, M.C., and Hey wood, J.B. Estimating Heat – Release and Mass – of – mixture Burned from Spark – Ignition Engine Pressure Data, (1987).Volume 54(1-6) on pages 133-143.

Programmes d'Insertion Professionnelle et Employabilité des Jeunes Diplômés au Cameroun

[Programs of Professional Insertion and Employability of Young Graduates in Cameroon]

Innocents KOLLO BANDIBENO

Département des sciences de gestion,
Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FSEG),
Centre de Recherche en Economie et Gestion (CEREG),
Université de Yaoundé II-Soa, Cameroun

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The African continent is one of the continents in the world where the proportion of young people is as high as possible. Some of the major challenges facing young people include unemployment and underemployment, among others. In view of this situation, the question of employability and the employability of young graduates remains more than ever a highly sought-after object and a crucial problem facing the developing countries, notably Cameroon. The purpose of this article is to examine the impact of vocational integration programs on the employability of young graduates. It emphasizes the importance of evaluation mechanisms in the direction of programs. The data of this work are the result of a survey carried out in the cities of Yaoundé and Douala on the employability of young graduates. Our sample is made up of 637 young people, including 143 beneficiaries of the various vocational integration programs. Econometric tests show the significant importance of youth employment policies. Indeed, the estimation of the model shows that the selection of the beneficiaries of the different programs does not take into account the temporal dependence of young people on the states that reduce their employability. Moreover, the model refutes the existence of a significant effect on the exit from unemployment in the post-program situation.

KEYWORDS: Workforce Development, Employability, Unemployment, Youth Graduate.

RÉSUMÉ: Le continent africain est l'un des continents au monde où la proportion des jeunes est la plus élevée possible. Parmi les défis majeurs auxquels font face cette jeunesse, figurent entre autres le chômage et le sous-emploi etc. Au regard de cette situation, la question de l'insertion professionnelle et l'employabilité des jeunes diplômés demeure plus que jamais, un objet de recherche très prisé et un problème crucial que connaissent les pays en voie de développement notamment le Cameroun. L'objet de cet article est d'examiner l'effet des programmes d'insertion professionnelle sur l'employabilité des jeunes diplômés. Il souligne, l'importance des mécanismes d'évaluation sur l'orientation des programmes. Les données de ce travail sont issues d'une enquête réalisée dans les villes de Yaoundé et Douala sur l'insertion professionnelle et l'employabilité des jeunes diplômés. Notre échantillon est constitué de 637 jeunes dont 143 bénéficiaires des différents programmes d'insertion professionnelle. Les tests économétriques réalisés montrent l'importance significative des politiques d'emploi jeunes. En effet, l'estimation du modèle montre que la sélection des bénéficiaires des différents programmes ne tiens pas compte de la dépendance temporelle des jeunes aux états qui amenuisent leur employabilité. De plus, le modèle réfute l'existence d'un effet significatif sur la sortie du chômage dans la situation post programme.

MOTS-CLEFS: Insertion Professionnelle, Employabilité, Chômage, Jeunes, Diplômés.

1 INTRODUCTION

L'Afrique est l'un des continents au monde où la proportion des jeunes est la plus élevée possible. Parmi les défis majeurs auxquels font face cette jeunesse, figurent entre autres le chômage caractérisé par la quête soit d'un emploi, soit d'un emploi décent et beaucoup plus stable, le sous-emploi caractérisé par des emplois précaires et mal rémunéré etc. Au regard de cette situation, la question de l'insertion professionnelle et l'employabilité des jeunes diplômés demeure plus que jamais, un objet de recherche très prisé et un problème crucial que connaissent les pays en voie de développement notamment ceux de l'Afrique subsaharienne. Afin d'analyser la problématique de l'employabilité des jeunes diplômés au Cameroun, notre travail va s'articuler autour de quatre points : la revue de la littérature, la méthodologique du travail, les résultats et enfin l'Analyse des résultats.

2 CADRE THÉORIQUE : DU CHÔMAGE À LA POLITIQUE D'INSERTION PROFESSIONNELLE DES JEUNES

L'analyse de la littérature dans le domaine permet de souligner que bien des travaux ont abordé cette thématique (Huyghe et al. (2013), Ollivier (2013), Barlet (2011), Vernières (1994), Villegas (2013), Crépin (2013), Aghion (2010), Bier (2011), Calman et Epiphane (2012), Cyterman (2012)). Malgré ces nombreux travaux, ceux réalisés en contexte camerounais s'avèrent très lacunaires. En effet, depuis les événements socio-économiques de la décennie 1985-1994, qui ont pratiquement réduit les chances des jeunes à accéder à un emploi salarié dans le secteur public, nombreux sont les gouvernements qui se sont lancés dans la promotion de l'emploi privé.

Au Cameroun précisément, les nouvelles stratégies de l'emploi mettent désormais l'accent sur des politiques actives caractérisées par la mise en place des institutions de régulation et des structures spécialisées d'intermédiation pour faciliter le rapprochement de l'offre et de la demande d'emplois. C'est dans ce nouveau cadre que s'est inscrit la stratégie emploi du Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi (DSCE) adopté en 2009. Cette stratégie à laquelle on associe les objectifs pour le millénaire et le développement (OMD) font des problèmes du chômage et du sous-emploi des jeunes, une préoccupation particulière. Ils se proposent de concentrer les efforts du pays à la recherche de la croissance et à la redistribution de fruits jusqu'aux couches les plus vulnérables de la population avec un accent particulier sur les femmes et les jeunes.

Sur le plan opérationnel, plusieurs instruments et programmes¹ sont mis en place pour résoudre les problèmes d'emploi des jeunes au Cameroun. Malgré ces différentes mesures, la situation des jeunes sur le marché du travail ou en situation d'emploi n'est guère reluisante. Le rapport principal de la phase 1 de l'Enquête sur l'Emploi et le Secteur Informel (EESI) de 2010 révèle que les jeunes de 15-34 ans sont les principales victimes des différentes contraintes liées à l'insertion sur le marché du travail. Leur taux de chômage au sens élargi reste le plus élevé au sein de la population et se situe à 15,5% en milieu urbain. Ce sont également les jeunes qui souffrent le plus du problème de sous-emploi (71,4%). Ces constats imposent que l'on analyse la situation de ces jeunes sur le marché du travail et les déterminants de l'insertion professionnelle des jeunes diplômés au Cameroun.

Bien que la littérature sur l'évaluation des politiques publiques ait fait l'objet d'un nombre conséquent de travaux appliqués pour la plupart sur des pays occidentaux², on déplore la rareté d'études semblables consacrées au pays en développement. La technique d'évaluation mise en œuvre est celle de la méthodologie quasi-expérimentale et plus spécifiquement des modèles de durée à variables instrumentales tels que développés par Heckman et Robbs (1985).

L'évolution de la structure et l'ampleur du chômage dans le monde permet de montrer à quel point les modalités de mobilisation du travail sont défaillantes. Les travaux de Rose (2014) relèvent que, la réussite d'un programme d'insertion

¹ Le Cameroun a mis en œuvre plusieurs instruments à savoir : l'Observatoire National de l'Emploi et de la Formation Professionnelle (ONEFOP), l'Observatoire National du Travail (ONT), le Fonds National de l'Emploi (FNE), le Conseil National de la Jeunesse (CNJ).

Pour la promotion de l'auto-emploi et de l'emploi des jeunes, divers programmes ont été mis en œuvre notamment : le Programme Intégré d'Appui aux Acteurs du Secteur Informel (PIAASI), le Programme Emplois Diplômés (PED), le Projet d'Appui au Développement des Emplois Ruraux (PADER), le projet d'appui au secteur de l'artisanat, le Programme d'Appui à la Jeunesse Rurale et Urbaine (PAJER-U), le Projet d'Insertion Socio-économique des Jeunes par la création des Micro entreprises de Fabrication du Matériel Sportif (PIFMAS), le Programme d'Appui au Retour des Immigrés Camerounais (PARIC), etc.

² Hamalainen and Ollikainen (2004) en Finlande, Brodaty et al. (2002) en France, Lechner (1999) en Allemagne, Fredriksson and Johansson (2003) en Suède

professionnelle passe nécessairement par la mobilisation des enseignants-chercheurs qui malheureusement sont accaparés par l'activité de recherche qui joue un rôle déterminant dans l'évolution de leur carrière.

Durant ces dernières décennies, le chômage a fortement augmenté surtout en zone urbaine. Outre la croissance de son volume, il inquiète par l'évolution de sa physionomie qui fait ressortir la dualité entre diplômés et non diplômés (Bougroum et Ibourk, 2003). En effet, les taux de chômage les plus élevés dans les pays en développement se rencontrent parmi les plus diplômés (Kouakou, 2008 ; Domoraud, 2003 ; Kouadio, 2005 ; Brilleau et al, 2004). Au niveau structurel, l'impact des programmes d'ajustement structurel (PAS) a été évoqué comme un catalyseur du chômage des jeunes en général et des jeunes diplômés en particulier. En diminuant le rôle de l'Etat dans l'emploi des nouveaux diplômés, la mise en œuvre des PAS dans ces pays a contribué à l'accroissement du chômage des jeunes. Cependant, la durée de chômage notamment celle des moins diplômés a été peu analysée. Cette lacune est due à l'insuffisance des données disponibles. Dans les pays développés, les déterminants de la durée de chômage des jeunes sont analysés à partir des données de panel (Berkovich, 1990; Lolivier, 2000). De ces études, il ressort que la durée de chômage génère des effets de stigmatisation et nuit à la qualité de l'emploi. L'argument le plus avancé est le manque d'expérience professionnelle des jeunes, surtout des demandeurs de premier emploi. Les individus étant hétérogènes, les chômeurs aux compétences initiales moins élevées ont une probabilité de sortie du chômage plus faible. Pour prendre en compte les différentes destinations sur le marché du travail, Atkinson et Micklewright (1991) utilisent des modèles à destinations multiples ou encore des modèles de transition (Fougère et Kamioka, 2005). Ceux-ci ont l'avantage de prendre en compte les différentes sorties du chômage (CDD, CDI, emploi sans contrat ou inactivité) et les effets de la politique d'emploi. Par ailleurs, pour analyser la durée de chômage, les modèles peuvent être paramétriques ou non. Les modèles paramétriques permettent de contrôler la présence d'hétérogénéité observée et non observée. En effet, l'hétérogénéité peut être ex-ante, comme la durée du chômage ou la durée d'inactivité. On parle alors de dépendance d'état qui peut être temporelle ou pas. Il est montré que les chances de sortie du chômage sont fonction décroissante de leur durée (Van den Berg, Gerard, 1994). En partie, ce phénomène est imputable à la présence d'un effet de stigmatisation qui réduit le nombre d'opportunités d'emplois pour les chômeurs de longue durée (Berkovich, 1990). Fougère et Kamioka (2005) dénoncent un biais de dépendance temporelle négative de la fonction de risque de sortie du chômage. Cette situation est connue sous l'appellation de phénomène « mover-stayer ». Son existence induit la nécessité de contrôler l'hétérogénéité individuelle tant observée que non observée. On peut y arriver par l'utilisation d'un modèle mélangeant ou d'un modèle constant par morceau.

Cependant, l'inexistence de données de panel dans les pays en développement oblige, la plupart des analyses à utiliser des données transversales. Ce qui permet de mettre en exergue l'impact des caractéristiques environnementales et individuelles des jeunes sur leur sortie du chômage. Des études révèlent par exemple que la durée de chômage augmente avec l'âge (Kouakou, 2008). Par contre, les jeunes sont les plus affectés par le chômage urbain et la précarité de l'emploi. Toutes choses qui amenuisent leur capital humain.

Comme solutions à la précarité des jeunes sur les marchés du travail urbains, des politiques d'emploi sont souvent initiées. Elles ont pour but essentiel d'améliorer leur employabilité et repose sur une combinaison d'interventions précoces pour éviter l'enlisement dans le chômage et de programmes « curatifs » pour certains groupes particuliers (chômeurs de longue durée). En Afrique, on peut citer le programme Maîtrisard au Sénégal, le Plan d'Action-Emploi (PAE) au Maroc, le Programme Emploi Jeune (PEJ) au Mali et le Programme d'Emploi jeune (PEJ) en Algérie. Au Cameroun le Programme Emplois Diplômés (PED) du Fonds National de l'Emploi (FNE) figure parmi la pléthore des programmes existants.

La plupart de ces politiques bien qu'étant très ambitieuses fonctionnent de façon discontinue car utilisées souvent à des fins de propagande politique avec des institutions fragiles et manipulables. En plus, le budget alloué à ces mesures restent dérisoire et aléatoire. Par contre, dans les pays développés, ces programmes ont été très sollicités. Dans certains pays comme la Grèce, la France et l'Italie, ils représentent respectivement 25 %, 20 % et 12% de l'emploi des jeunes (Dares, 1996). Développés au début en Suède, ces dispositifs ont été étendus à l'ensemble des pays de l'OCDE. On distingue ainsi, les programmes d'aide au premier emploi des jeunes en France, aux Etats-Unis et en Angleterre, le « Work experience program » en Irlande, les programmes de subvention à l'embauche et les chances d'insertion en Suède, les jobs corps aux Etats-Unis, etc. Depuis 2008, un nouveau concept a fait son apparition sur la scène internationale pour prévenir le chômage potentiel des individus victime de licenciement. Il s'agit de la flexicurité dont une application est faite au Pays Bas avec l'adoption de la loi sur la flexibilité³ et la sécurité (Barbier, 2007).

³ Bien que le Danemark soit toujours cité comme le modèle de la flexicurité, c'est originellement aux Pays-Bas que le terme s'est développé avec l'adoption en 1999 de la loi sur la flexibilité et la sécurité qui a réformé en profondeur le travail à temps partiel, le travail intérimaire et les droits de protection sociale associés (Barbier, 2007).

Les exigences de viabilité et d'efficacité imposent une évaluation de l'impact des mesures publiques sur les bénéficiaires. Les nouvelles méthodes utilisées sont axées sur les évaluations expérimentales et quasi-expérimentales avec pour point focal la correction des biais de sélection (Brodaty, Crépon, Fougère, 2002). Cependant, les approches diffèrent selon la méthode de correction des biais et les variables de résultat. En effet, si certaines études se focalisent sur le salaire et l'obtention d'un emploi, beaucoup d'autres utilisent le critère de trajectoire professionnelle comme principe d'évaluation. Les différentes recherches menées sur le thème (Gritz, 1993; Pénard et Sollogoub, 1995; Ham et Lalonde, 1996; Bonnal et al., 1997; Kamionka 1999; Fougère et Kamionka, 2005) utilisent des estimations de modèles de transition sous forme réduite. Au terme de l'analyse théorique, il importe de présenter les aspects méthodologiques de notre travail.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les données de ce travail sont issues d'une enquête réalisée dans les villes de Yaoundé et Douala sur l'insertion professionnelle et l'employabilité des jeunes diplômés. Ce choix réside en partie au fait que ces deux grandes villes sont les principales métropoles du Cameroun et regorgent une masse importante des jeunes en quête ou en situation d'emploi. Ces villes à elles seules regorgent près de 75% du chômage national et concentrent près de 80% des bénéficiaires des programmes jeunes. Notre échantillon est constitué de 637 jeunes dont 143 bénéficiaires des différents programmes d'insertion professionnelle. Pour l'échantillon des non bénéficiaires, le tirage a été effectué à deux degrés. Au premier degré, 50 îlots de façon aléatoire ont été sélectionnés à partir des données du dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) et 12 individus ont été tirés dans chaque îlot selon la méthode des pas tel que appliquée par l'Institut National de la Statistique (INS). Au delà des données de l'enquête, nous nous sommes servis aussi des données des trois dernières enquêtes camerounaises auprès des ménages (ECAM 2 (2001), ECAM 3 (2007), ECAM 4 (2014)) utilisées pour l'analyse de l'évolution du chômage et de la durée de chômage.

Afin d'analyser l'impact des mesures jeunes sur la durée du chômage, nous allons utiliser un modèle de durée à variable instrumentale. Pour y arriver, une analyse statistique de la trajectoire professionnelle des jeunes sera abordée, ensuite une estimation de l'effet de la politique d'insertion professionnelle sur la durée de chômage sera présentée et enfin une analyse qualitative aux fins d'appréciation des responsabilités des différentes parties prenantes.

4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

La présentation des résultats va s'articuler autour de trois points. D'abord l'analyse de la politique d'insertion professionnelle, ensuite l'analyse de la Vulnérabilité du chômage des jeunes et enfin l'analyse de l'endogénéité du passage par un programme d'insertion.

4.1 DE LA DURÉE DE CHÔMAGE À LA POLITIQUE D'INSERTION PROFESSIONNELLE

L'analyse de la durée du chômage permet de connaître l'ampleur de ce phénomène qui concerne de façon générale toutes les personnes ayant vécu au moins une année de chômage. Elle permet également d'analyser son impact sur l'employabilité des jeunes victimes du chômage. En effet, le chômage au Cameroun est essentiellement de longue durée et sa durée moyenne était de 55 mois en 2008, 53 mois en 2011 et 46,7 en 2015. A cet effet, quatre constats majeurs se dégagent de l'analyse de la durée de chômage des jeunes au Cameroun. D'abord, Yaoundé et Douala renferment le plus grand nombre de chômeurs de toute catégorie. On y trouve pratiquement les trois quarts des chômeurs urbains jeunes. Ensuite, on constate que la proportion des chômeurs à Yaoundé et Douala a diminué alors que celle des autres villes a augmenté entre 2008 et 2011. Enfin, la contribution du chômage de longue durée dans le chômage global des jeunes urbains est de 80,8 % en 2008 et 80,74% en 2011, et 85,70 % en 2015.

Cette forte diminution est due au nombre de plus en plus croissant de jeunes diplômés déversés chaque année sur le marché du travail. Cependant, la durée de chômage diminue avec le niveau du diplôme. En outre, il est montré qu'à diplôme égal, les jeunes mettent moins de temps à trouver un emploi que les adultes.

Tableau 1 : Répartition des jeunes selon la durée de chômage (pourcentage)

Années		- 6 mois	6 – 12 mois	1 – 3 ans	3– 5 ans	5 - 10 ans	+10 ans	Total
2008	Douala	5,98	6,7	13,83	11,75	6,38	1,46	46,1
	Yaoundé	2,22	4,3	12,46	17,04	15,48	2,4	53,9
	Total	8,2	11	26,29	28,79	21,86	3,86	100
2011	Douala	6,8	6,3	13,1	11,2	7,6	2,5	47,5
	Yaoundé	2,56	3,6	9,1	18,5	16,72	2,02	52,5
	Total	9,36	9,9	22,2	29,7	24,32	4,52	100
2015	Douala	4,1	5,2	15,1	10,7	5,54	1,6	42,24
	Yaoundé	1,3	3,7	12,71	16,23	21,68	2,14	57,76
	Total	5,4	8,9	27,81	26,93	27,22	3,74	100

Source : notre enquête

4.2 VULNÉRABILITÉ AU CHÔMAGE DES JEUNES

Bon nombre d'études (Lollivier (2000) ; Gautié (2009)) ont analysé la transition des jeunes sur le marché du travail. Ces études distinguent plusieurs états sur le marché du travail (chômage, inactivité, emploi sur CDI, emploi sur CDD). Elles analysent ensuite les probabilités de transition d'un état à un autre et la durée moyenne des épisodes dans chaque état. Cette probabilité est mesurée par le taux⁴ de transition d'un état à un autre. Pour prendre en compte l'effet des programmes dans la transition professionnelle, nous avons fait l'analyse en fonction de deux échantillons (bénéficiaires, Non bénéficiaires).

L'analyse des données montre que sur l'intervalle d'analyse, le nombre maximal d'épisodes professionnels est de 8. Les bénéficiaires des programmes d'insertion passent obligatoirement par deux épisodes au moins puisque le programme n'est qu'un état transitoire. Dans l'échantillon des non bénéficiaires, 14,7 % n'ont connu qu'un seul épisode. Les forts taux de concentration de jeunes se situent au niveau des deuxièmes, troisièmes et quatrièmes épisodes. L'analyse de la transition d'un épisode à un autre permet de bien cerner la mobilité des jeunes sur le marché du travail. Si on considère les deux périodes extrêmes pendant la durée observée (première situation professionnelle du jeune sur le marché du travail et dernière situation professionnelle du jeune sur le marché du travail) on tire les conclusions résumées dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2 : Probabilités de transition professionnelles des jeunes

		Premier Episode professionnel					
		Stage	Emploi	Chômage	Inactivité	Programme	Total
Dernier épisode professionnel							
Echantillon Bénéficiaires N = 143	Stage	0,0000	0,0000	0,0065	0,0065	0,0129	0,0258
	Emploi	0,0903	0,0323	0,1355	0,1290	0,3161	0,7032
	Chômage	0,0194	0,0065	0,0000	0,0710	0,1677	0,2645
	Inactivité	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0065	0,0065
	Total	0,1097	0,0387	0,1419	0,2065	0,5032	1,0000
Echantillon Non Bénéficiaires N = 494	Stage	0,0057	0,0085	0,0113	0,0085		0,0340
	Emploi	0,1190	0,0708	0,0425	0,1756		0,4079
	Chômage	0,0793	0,0255	0,1161	0,1728		0,3938
	Inactivité	0,0312	0,0227	0,0085	0,1020		0,1643
	Total	0,2351	0,1275	0,1785	0,4589		1,0000

Source : auteurs

⁴ C'est le pourcentage de personnes dans un état à la période (t) et qui se retrouve dans un autre état à la période (t+1). Sur la base de ce principe, il a été appréhendé sur la période 2010-2015, les différentes situations professionnelles des jeunes et la durée passée dans chaque situation.

L'examen de ce tableau laisse apparaître des effets de travailleur additionnel⁵ (20,65%) au niveau des bénéficiaires. Cet effet est de 45,89 % au niveau des non-bénéficiaires. Par contre dans 10,20% des cas, au niveau des non bénéficiaires, des jeunes inactifs n'ont pu sortir de leur situation d'inactivité. Les cas de chômeurs découragés sont très marginaux et se manifestent chez les non bénéficiaires. On en relève seulement 0,85%. Cependant, s'il apparaît une proportion non significative de jeunes ayant transité d'une situation active à une situation inactive chez les bénéficiaires (0,65%), cette proportion semble importante dans l'échantillon des non bénéficiaires (4,25%). Dans l'ensemble, les transitions vers l'emploi sont plus fortes chez les jeunes bénéficiaires. On note par ailleurs l'absence d'inactivité dans l'état final de ce groupe alors que cette situation demeure chez les non bénéficiaires (16,43%). Les situations intermédiaires de la transition comprennent 8 épisodes chez les bénéficiaires et 6 épisodes chez les non bénéficiaires. Au niveau des bénéficiaires, la situation est résumée de manière suivante:

- Dans 10,97% de cas, l'entrée dans un programme a été un moyen de sortir du chômage.
- Dans les épisodes qui suivent la sortie des programmes, la situation n'est pas toujours favorable.
- Dans 14,84% des cas, l'issue du programme est un chômage, Cette proportion va diminuer dans le deuxième épisode pour s'annuler dans le troisième ;
- La transition des jeunes des stages vers l'emploi est importante au niveau des épisodes 2,3 et 6. Par contre, dans le troisième épisode, on note des cas marginaux de chômeurs découragés (chômage-inactivité) de 0,65 %.
- Les individus passés par plus de 6 épisodes ont du mal à sortir du chômage. Ils demeurent sur le marché du travail toujours en quête d'une situation meilleure et transitent entre stage, chômage et emploi de courte durée. Cette situation s'apparente à un effet de stigmatisation. Pour les non-bénéficiaires, dans le troisième épisode, les probabilités de transition vers l'emploi et les stages ont diminué au profit des probabilités de transition vers le chômage et l'inactivité (39,51% et 10,24% contre 33,17% et 17,07%). Cette situation est due au fait que 13,98% ont perdu leur emploi et 8,86% des travailleurs ont basculé dans l'inactivité. En termes de fréquence et de durée dans les différents états professionnels, les résultats sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Fréquence et durée dans les différents états professionnels

	Situation sur le marché du travail	Inactivité	Chômage	Activité
Fréquence dans l'état (%)	Bénéficiaire	0,22	0,47	1,59
	Non Bénéficiaires	0,51	0,43	1,45
Durée dans l'état en mois	Bénéficiaire	5,59	9,02	9,02
	Non Bénéficiaires	15,86	8,03	8,03

Source : Auteurs

L'analyse du tableau montre que la vulnérabilité au chômage des bénéficiaires n'est pas faible par rapport aux non bénéficiaires. Une interprétation en termes d'appariement est qu'il faut un temps minimum de recherche pour trouver le bon emploi. Par conséquent, le passage par le programme améliore la qualité de l'appariement. En fait, il favorise la confrontation entre l'offre et la demande de travail et améliore le processus de réallocation des emplois en raison d'une meilleure adaptation de la structure de la qualification à la demande.

Au niveau de la durée du chômage, les programmes n'ont pas eu de véritables effets sur la sortie du chômage si les jeunes n'ont pas été placés dans le cadre des programmes. Cela est confirmé par le test de différence de moyenne sur les durées de chômage des bénéficiaires et des non-bénéficiaires présenté dans le tableau 4.

⁵ On parle d'effet de travailleur additionnel lorsque des chômeurs découragés décident de mener des investigations pour avoir du travail lorsque les signaux du marché du travail sont favorables.

Tableau 4 : Test de différence de moyenne sur la durée de chômage

Group	Obs	Mean	Std. Err .	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
0	206	38.3835	2.01168	28.87304	34.41726 42.34973
1	45	37.31111	3.275995	21.97604	30.70878 43.91345
combined	251	38.19124	1.750086	27.72658	34.74444 41.63803
Diff		1.072384	4.571047		-7.930461 10.07523
diff = mean(0) - mean(1) t = 0.2346					
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 249					
Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0					
Pr(T < t) = 0.5926 Pr(T > t) = 0.8147 Pr(T > t) = 0.4074					

Source :Notre enquête

Ce résultat confirme qu'un demandeur d'emploi qui a déjà connu plusieurs épisodes de chômages antérieurs est supposé avoir une probabilité plus faible d'obtenir une offre d'emploi qu'une personne qui a connu moins de périodes de chômage. Hujer et al.(1997) trouvent un résultat semblable pour l'Allemagne à partir du « German Socio-economic Panel ». Ces auteurs montrent ainsi que la probabilité de sortie du chômage est négativement liée au nombre total de mois antérieurs passés au chômage. On pourrait en l'absence d'erreur d'échantillonnage conclure que les programmes d'insertion malgré les obstacles dans leur mise en œuvre ont été un moyen de sortir beaucoup de jeunes d'une éventuelle précarité. Les différents résultats ont pu montrer qu'en l'absence des programmes, la situation professionnelle des jeunes est dégradée (taux de chômage plus élevé, revenu de l'emploi très faible, taux d'activité très faible, taux d'inactivité élevé). Deux interprétations de ces résultats peuvent être envisagées. En premier lieu, il est possible que le passage par un programme permette une élévation du capital humain des bénéficiaires. En second lieu, certains bénéficiaires seraient à l'origine très employables de sorte que sans les programmes, ils n'auraient pu s'insérer très facilement.

La première interprétation est peut être réaliste dans la mesure où le but premier des programmes est l'amélioration de l'employabilité des jeunes sans expérience professionnelle. Mais cette hypothèse n'est véritablement réaliste que si le passage par le programme est aléatoire et ne souffre donc d'aucun biais de sélection. Ce qui ne semble pas le cas. En effet, certains résultats semblent montrer l'intervention d'autres facteurs dans la dynamique d'insertion professionnelle des bénéficiaires des programmes telles que les réseaux de connaissance, la situation familiale du jeune ou même les caractéristiques individuelles observables du jeune. On rappelle que des résultats contraires montraient des effets de stigmatisation des bénéficiaires des programmes d'insertion (Aucounturier, 1994 ; Bonnal et al. 1994). D'une part, le passage par un programme d'insertion a été assimilé à un passage par un « mauvais emploi ». Ce passage a été interprété en termes de filtre ou de signalement. Dans ce cas il n'agit nullement sur les capacités productives, mais permet de signaler les plus doués et les moins doués. En terme de signal, les individus ne peuvent plus accéder aux bons emplois du secteur primaire non pas en raison d'une accumulation du capital humain objectivement trop faible, mais en raison d'une employabilité supposée, interprétée comme trop faible par les employeurs. Le programme agit donc comme un signal de faible employabilité (Spence, 1973). Il est enfin montré que le passage par les dispositifs ne permet pas une élévation de la formation, et donc du capital humain. La deuxième hypothèse semble assez réaliste si on s'appuie sur l'hypothèse des réseaux, mais doit être testée. Dès lors ces résultats statistiques deviennent insuffisants pour juger de l'efficacité des programmes. Aux problèmes de causalité, s'ajoute celui des biais de sélection si on considère que l'entrée dans un programme d'insertion est guidée par certaines caractéristiques observées et inobservées du jeune. La section suivante tentera de nous situer sur nos présomptions.

4.3 ENDOGÉNÉITÉ DU PASSAGE PAR UN PROGRAMME D'INSERTION : LE MODÈLE DE DURÉE

L'évaluation de l'impact du passage par un programme d'insertion sur la durée du chômage n'a fait l'objet que de peu de travaux appliqués dans les pays en développement pour deux raisons essentielles. D'une part, les pays en développement n'ont pas la culture d'évaluation des programmes sociaux, surtout en ce qui concerne l'impact sur les bénéficiaires. D'autre part, la mise en œuvre de programme d'insertion en Afrique sub-saharienne est souvent incomplète pour intégrer un volet évaluation d'impact. Enfin, l'évaluation se heurte à des problèmes économétriques complexes liés à la combinaison des spécificités de l'analyse de durée et de la simultanéité des processus de décision sous-jacents. Nous donnerons tout d'abord un aperçu des problèmes économétriques soulevés dans la littérature dans le cas d'un modèle de durée avec une variable endogène avant de présenter la méthode économétrique que nous retiendrons dans le cadre de cette analyse.

Le traitement de l'endogénéité d'une variable indépendante est un aspect central de l'étude de Green et Hendershott (2001) conduite sur des données américaines afin d'examiner l'influence de la propriété immobilière sur la durée des épisodes de chômage. Les auteurs s'y prennent en adoptant un modèle de durée à deux régimes dans lequel les choix effectués par les individus quant au mode d'occupation du logement sont représentés par des variables latentes fonction de caractéristiques individuelles. Deux équations de durée du chômage, l'une pour les propriétaires, l'autre pour les locataires, sont donc estimées simultanément en contrôlant l'endogénéité du statut résidentiel par l'introduction du ratio de Mill spécifique à chaque équation. Les résultats confirment l'endogénéité de la variable de statut résidentiel et aboutissent à un effet négatif de celle-ci sur le taux de sortie du chômage. Cette technique comme le mentionne Brunet et Lessueur (2004) présente l'avantage de mettre au premier plan le problème de l'endogénéité et d'y apporter un traitement largement adopté dans la littérature à travers la méthode suggérée par Heckman. Cependant, l'introduction du ratio de Mills dans une équation de durée afin de tenir compte de l'auto-sélection individuelle implique une spécification particulière du modèle (à savoir un modèle de vie accélérée) et l'imposition de la loi normale sur les résidus. Par ailleurs, les estimations réalisées par Green et Hendershott ne prennent pas en compte la censure de certaines observations de la durée, qui représentent pourtant jusqu'à 20% de l'échantillon utilisé. Les observations censurées sont traitées comme des épisodes complets ou simplement supprimées, ce qui pose alors un autre problème de biais d'attrition⁶. Plus généralement, tenir compte de l'existence de la sélection des individus par la spécification d'un modèle de durée à deux régimes rend particulièrement complexe l'écriture de la fonction de vraisemblance. En se référant à la spécification suggérée par Heckman et Borjas (1980) dans le cadre de durées complètes, les auteurs ont contourné cette difficulté en retenant une spécification linéaire logarithmique de la durée, conditionnelle à la densité générée par une loi de Weibull.

Face aux difficultés et aux fortes restrictions prévalant à l'estimation simultanée d'un modèle de durée à deux régimes tenant compte de la censure, nous avons retenu une méthode d'estimation plus flexible permettant de contrôler l'endogénéité du passage par un programme d'emploi et d'évaluer son impact sur la durée des épisodes de chômage. La méthode économétrique retenue est directement inspirée de la procédure suggérée par Heckman et Robb (1985) face au problème d'auto-sélection. Le passage par un programme d'insertion est déterminé par une équation de sélection conditionnant le bénéfice d'un programme (variable latente T_i^*) aux caractéristiques individuelles (Z_i).

T_i^* représente le différentiel d'utilité expérimenté par un individu considérant alternativement.

Soit U_p , l'utilité associée à la participation à un programme,

soit U_{NP} , l'utilité associée à la non participation.

On a :

$$T_i = U_p - U_{NP} = \alpha Z_i + v_i \quad \text{ou} \quad v_i \mapsto N(0, \sigma_u) \quad (1)$$

Et on observe :

$$T_i = 1 \Leftrightarrow T_i > 0 \quad \text{ou} \quad T_i = 0 \Leftrightarrow T_i \leq 0 \quad (2)$$

La variable de sélection est ainsi instrumentée sur des variables Z_i contrôlant outre les caractéristiques individuelles, les contraintes sur le marché de l'emploi. Eu égard à la nature discrète de la variable T_i l'instrumentation est menée à partir de l'estimation d'un modèle probit. La probabilité estimée est ensuite introduite dans l'estimation finale du modèle de durée suivant:

$$D U_i = \lambda X_i + \delta M_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

où X_i est un vecteur représentant les variables d'intérêt du modèle non contrôlées par les estimations de l'équation de sélection. L'estimation paramétrique du modèle de durée sous cette spécification permet d'obtenir des estimateurs sans biais de γ et δ . Une préoccupation des modèles de durée relève des doutes que l'on peut émettre quand à l'uniformité de l'effet de la variable endogène que l'on veut instrumenter sur l'ensemble de l'échantillon à partir du coefficient α qui capte l'effet moyen du passage par un programme d'insertion sur toute la population. Cependant, il est plausible d'envisager que les bénéficiaires et les non bénéficiaires sont caractérisés par des effets moyens différenciés. Cette hétérogénéité paraît d'autant plus justifiée que l'on modélise bien le fait que les deux groupes ont eu des choix différenciés en fonction des gains potentiels. Dans ce type

⁶ Ils sont dus à des différences entre les groupes initiaux et les groupes finaux, liés à des sorties d'essai ou des interruptions de traitement.

de modèle hétérogène, l'estimateur à variable instrumentale ne parvient à identifier l'effet moyen du programme que sous des hypothèses fortes et il est nécessaire de spécifier différemment le modèle afin de différencier plusieurs paramètres d'intérêt. Dans le modèle homogène, les différents paramètres sont équivalents et se ramènent à l'effet moyen sur la population (Heckman (1990), Blundell et Costa Dias (2002)).

On peut prendre en compte cette préoccupation par l'observation de l'hétérogénéité non observée. Cela suppose de considérer une fonction de survie conditionnelle à des effets spécifiques individuels inobservables v_i . On choisit alors une forme fonctionnelle $f(v_i)$ de manière à ce que la fonction de survie conditionnelle s'écrive : $S(t/v)$. La fonction de survie totale est donnée par l'équation suivante:

$$S(t) = \int_{\lambda} f(v) S(t/v) d\lambda \quad (4)$$

L'hypothèse la plus fréquemment retenue est que v suit une loi Gamma (Cavaco, 2003) de moyenne 1 et de variance $\sigma^2 = \frac{1}{k}$, ainsi, la fonction de densité s'écrit :

$$f(v) = \frac{v^{k-1} e^{-kv}}{(k^{-1})^k \Gamma(k)} \text{ avec } \Gamma(k) = \int_0^{\infty} x^{k-1} e^{-x} dx \quad (5)$$

Sous cette forme, la loi Gamma permet de capter l'hétérogénéité inobservable. Pour le modèle de type Weibull, la survie conditionnelle dans l'état de chômage s'écrit alors :

$$S(t/v) = e^{-(v\lambda\gamma)^p} \quad (6)$$

Les fonctions de survie et de hasard correspondantes s'écrivent respectivement:

$$S(t) = \int_0^{\infty} \left[1 + \theta^2 (\lambda t)^p \right]^{-\frac{1}{\theta}} e^{-t\lambda} \lambda(t) = p\lambda (\lambda t)^{p-1} [S(t)]^\theta \quad (7)$$

Cette procédure présente de par sa flexibilité plusieurs intérêts certains, particulièrement bien adaptés au contexte des modèles de durée (Brunet et Lessueur, 2004). Elle est simple d'utilisation même si la question de l'obtention d'instruments valides reste cruciale comme dans toute procédure d'instrumentation. Elle offre une interprétation économique objective puisque la variable instrumentée reflétant les choix individuels devient une variable à part entière du modèle économétrique.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

On discutera d'abord des résultats économétriques liés à la participation aux programmes d'insertions professionnelles des jeunes avant d'aborder les résultats liés aux déterminants de l'employabilité conditionnellement au passage par un programme d'insertion professionnelle.

5.1 DÉTERMINANTS DE LA PARTICIPATION AU PROGRAMME D'INSERTION DES JEUNES

Quatre types de variables exogènes ont été utilisées dans cette estimation : (1) variable démographique (âge), (2) variables socio-économiques captées par la catégorie socioprofessionnelle des parents, (3) variable d'état (nombre d'inactivités vécues par le jeune), (4) variables éducatives (Assiduité à l'école, nombre d'année de redoublement, nombre d'années où le jeune a bénéficié d'une bourse d'étude). Ces variables ont été sélectionnées de manière à satisfaire l'indépendance conditionnelle, d'une part. Elles ont tenu compte du processus de sélection. D'autre part, pour que les attributs des variables explicatives de nos variables d'intérêt soit indépendantes du traitement, nous avons utilisé des variables décalées dans le temps. L'estimation du modèle de participation a donné les résultats résumés dans le tableau 5.

Au regard de ces résultats, la participation aux programmes est fortement liée à l'âge. On montre en outre que le nombre de périodes d'inactivité a un impact significativement négatif sur la participation à un programme. Il se pourrait que les jeunes inactifs vivent pour la plupart dans des conditions qui limitent leur accès à l'information sur l'existence du programme. De même, ceux dont le père est chômeur ont eu de plus faibles chances de participer aux programmes. Par contre, ceux dont les parents exercent au moins comme ouvrier ou cadre ont eu beaucoup de chance de bénéficier des programmes, sans doute grâce à un meilleur accès à l'information.

Toutes les variables éducatives influencent positivement la participation à un programme. Cela dénote d'un ciblage imparfait des bénéficiaires. Un bon ciblage nécessite par exemple l'existence de conditions minimales pour avoir accès aux programmes. Au Maroc par exemple, ne bénéficient du programme d'aide à l'emploi que les jeunes qui sont restés au moins un an dans le chômage. Une conséquence de ce mauvais ciblage pourrait être de favoriser des situations de trappe à chômage et ou de trappe à inactivité et partant de trappe à pauvreté si les plus défavorisés qui ont besoin en priorité du soutien de l'Etat manquent de chance d'accéder aux mesures. La significativité globale du modèle indique l'endogénéité potentielle de la variable reflétant la participation aux programmes. Les probabilités ainsi estimées vont être utilisées pour l'évaluation des mesures, en particulier, leur influence sur la durée des épisodes de chômage.

Tableau 5 : Résultats de l'estimation Probit (1) des déterminants de la participation à un programme

Variable	Coeff	T (2)	dy / dx
Variable démographique			
Age corrigé (3)	0,1614	8,17***	0,0295
Variable d'état			
Nombre de période d'inactivité	- 0,2660	-2,02**	- 0,0487
Variable socio-économique			
Catégorie socioprofessionnelle du père			
Indépendant du secteur informel (base)			
Chômeur, invalide, retraité	-1,3468	-2,37***	- 0,1118
Planteur	0,4664	1,63	0,0996
Ouvrier	0,4402	1,54	0,0891
Agent de Maîtrise	0,2404	0,69	0,0496
Cadre	0,8544	2,92***	0,2112
Indépendant moderne	1,2282	3,52***	0,3748
Catégorie socioprofessionnelle de la mère			
Indépendant informel (base)			
Chômeur, invalide, retraité	0,9388	3,65***	0,1370
Ouvrière	1,0321	2,67**	0,2980
Agent de Maîtrise	1,6564	2,98***	0,5454
Cadre	1,5232	3,85***	4904
Variables éducatives			
Nombre d'années de redoublement	0,0702	1,02	0,0128
Assiduité à l'école	1,0575	3,25***	0,1168
Nombre d'années de bourse	0,1124	3,60***	0,0206
_cons	-6,4801	-10,71***	
Log likelihood = - 230,10963			
Number of obs = 637			
Wald chi2 (16) = 225,03			
Prob > chi2 = 0,0000			
Pseudo R ² = 0,4095			
(1) Maximum de vraisemblance; (2) t de student. Le t est le rapport entre le coefficient et l'erreur type du coefficient; (3) âge au moment de l'enquête –année de sortie du système éducatif), permet de corriger l'effet de l'âge et de prendre en compte l'âge du jeune à la sortie du système éducatif. Note : * = significatif à 10 % ; ** = significatif à 5 % ; *** = significatif à 1 %			

Source : investigation de l'auteur

5.2 ESTIMATION DE L'EFFET DES PROGRAMMES SUR LA DURÉE DE CHÔMAGE

L'analyse de l'effet des programmes d'insertion des jeunes sur la durée de chômage montre que les programmes ont eu un impact positif sur l'insertion des jeunes. Au niveau de l'analyse paramétrique, afin de choisir entre le modèle à risque proportionnel et le modèle à risque accéléré, nous avons effectué le test d'égalité des fonctions de survie (test de log rank ou de Wilcoxon). La significativité de la statistique du chi2 conduit à rejeter l'hypothèse d'égalité des fonctions de survie entre les différents groupes. Il s'ensuit l'utilisation dans notre estimation d'un modèle de durée de type Weibull à risque accéléré.

Tableau 6 : Test d'égalité des fonctions de survie

Program	Events observed	Events expected
0	59	82,81
1	47	23,19
Total	106	106

Chi2 (1) = 34,04

Pr > chi2 = 0,000

Source : Notre enquête

Pour contrôler l'hétérogénéité non observée, nous avons fait une estimation avec l'hétérogénéité non observée. Le test du rapport de vraisemblance a montré que « θ », le paramètre qui permet de tenir compte de cette hétérogénéité non observée est non significatif. Le contrôle de ce facteur d'hétérogénéité non observée permet de résoudre les problèmes d'omission de facteurs explicatifs et les problèmes d'hétéroscédasticité (Cavaco, Lessueur, Sabatier, 2004). Les résultats de l'estimation sont contenus dans le tableau suivant.

Tableau 7. Résultats de l'estimation (1) des déterminants de la durée de chômage des jeunes

Variable	Coeff (2)	T(3)
Variables démographiques		
Sexe	0,052	0,39
Nombre de frères/sœurs en emploi	- 0,071	- 2,77***
Revenu par tête du ménage	-2,00e-06	- 2,39***
Variables d'états		
Nombres épisodes d'emplois passés	- 0,56	- 10,67***
Nombres épisodes de chômage passés	0,473	2,91***
Durée épisodes de stage passés	- 0,019	- 4,42***
Variables d'intérêt		
Programme d'insertion	- 0,23	- 0,78
Variables éducatives		
Niveau d'instruction		
Primaire secondaire 1	Base	
Secondaire 2	- 0,073	- 0,42
Secondaire professionnel	0,554	1,57
Supérieur professionnel	- 0,116	- 0,50
Supérieur général	- 0,252	- 0,89
Diplôme	-0,372	1,89**
Méthodes de recherche d'emploi		
Relations personnelles	- 0,232	- 1,78*
Constante	5,295	19,52***
/ ln_p	0,54	7,18***
P	1,71	
1 / p	0,5845	
No of subjects	= 353	
Prob > chi2	= 0,000	
(1) Maximum de vraisemblance; (2) Modèle à régime (3) t de student. Le t l'erreur type du coefficient; Note : * = significatif à 10 pour cent ; ** = significatif à 5 pour cent ; *** = significatif à 1 pour cent		

Source : Notre enquête

La préoccupation centrale étant la durée de chômage, conditionnellement au passage par un programme d'insertion, nous avons cherché dans un premier temps à analyser la causalité entre la variable d'intérêt et la variable de résultat. Il s'ensuit un

effet non significatif des programmes d'insertion sur la durée de chômage. On en déduit que les programmes n'ont pas été efficaces en terme d'amélioration de l'employabilité des jeunes comme déjà mis en évidence par l'analyse statistique. On pourrait lier ce résultat au contenu en formation non suffisant pour influencer l'appariement sur le marché du travail.

Les jeunes qui ont le plus bénéficié des programmes sont ceux qui ont eu des stages suivis d'embauche directe. Une fois sorti des programmes sans emploi, le jeune se retrouve dans les mêmes conditions que ceux n'ayant jamais participé à un programme. Les variables favorisant la sortie du chômage sont de plusieurs natures. L'environnement socio-économique, les relations personnelles. La significativité de ces variables montre le rôle du capital social sur la sortie du chômage.

Au plan éducatif, deux variables influencent la sortie du chômage. La possession d'un diplôme est un atout sur le marché de l'emploi. Par rapport à l'instruction, on remarque qu'aucune variable liée à l'instruction n'influence significativement la durée de chômage. Ces résultats pourraient confirmer l'hypothèse du filtre. En effet, ni le niveau d'éducation, ni le passage par un programme d'insertion ne sont suffisants pour sortir du chômage et ne constituent donc que de simples critères de sélection. Cependant, la possession d'un diplôme et d'un capital social contribue fortement à la sortie du chômage.

Au niveau des variables d'état, comme on peut s'y attendre, un nombre élevé de périodes de chômage stigmatise le demandeur d'emploi et réduit son employabilité. Par contre, le nombre d'épisodes d'emploi et la durée des épisodes de stage expliquent négativement la durée de chômage. On vérifie ici le phénomène de « mover-stayer » : les plus employables sortant rapidement du chômage.

6 CONCLUSION

L'Etat dans sa tentative de rechercher de l'équité sur le marché du travail et les moyens de résorber le chômage des jeunes qui présentait un risque d'explosion sociale, a mis en place plusieurs programmes. En effet, les différents programmes ont eu un certain succès avant de sombrer avec la dégradation des indicateurs économiques. L'impact de ces politiques a été analysé sur la durée de chômage des jeunes urbains à travers une enquête d'insertion professionnelle. L'analyse statistique des données de l'enquête a montré un impact positif des programmes sur l'insertion des jeunes. Ces résultats ont été soumis à réfutation à travers un modèle de durée avec instrumentation du passage par le programme d'insertion via un modèle de sélection. L'estimation de ce modèle montre d'abord que les programmes ont souffert d'un mauvais ciblage des bénéficiaires. En effet, la sélection n'a pas tenu compte de la dépendance temporelle des jeunes aux états qui amenuisent leur employabilité comme la durée et le nombre de période d'inactivité du jeune. Ensuite, l'effet du programme sur la durée de chômage est non significatif. Finalement, les programmes n'ont pas contribué à améliorer l'employabilité des jeunes urbains. Bref, cet article met en évidence le rôle du capital social (réseau relationnel), capital technico-économique (maîtrises des procédés, connaissance des équipements et matières premières, compétences transversales nécessaires à la gestion de l'entreprise), capital financier, dans le processus d'insertion professionnel et l'employabilité des jeunes diplômés au Cameroun.

REFERENCES

- [1] P. Aghion, *L'excellence universitaire et l'insertion professionnelle : leçons des expériences internationales*, Rapport au Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, 2010.
- [2] A. B. Atkinson, J. M. Micklewright, « Unemployment Compensation and Labor Market Transitions: A Critical Review », *Journal of Economic Literature*, Vol. 29, pp. 1679-1727, 1991.
- [3] A. L. Auconturier, « Panels et évaluation des politiques d'emploi. Résultats, méthodes, questions », in Damazière D., Verdier E. (dir.), *Evaluation des aides publiques à l'insertion et à la réinsertion*, Journée d'études du CEREQ et du réseau des centres associés, CEREQ Document Séminaire, n°84, pp.237-253, 1994.
- [4] J.C. Barbier, « Au-delà de la 'flex-sécurité', une cohérence sociétale solidaire au Danemark », in Paugam S. (dir.) *Repenser la solidarité, l'apport des sciences sociales*, Paris, PUF, Le lien social, pp. 473-490, 2007.
- [5] S. Barlet, C. Baron, N. Lejosne, *Métiers porteurs : le rôle de l'entrepreneuriat, de la formation et de l'insertion professionnelle à partir de l'analyse de trois pays en développement*, Document de travail, n° 111, AFD, Paris, 89 p, 2011.
- [6] E. Berkovitch, « A Stigmat Theory of Unemployment Duration, In Search Unemployment: Theory and Measurement », edited by Yoram Weiss and G. Fishelson, London: Macmillan, pp. 20-56, 1990.
- [7] B. Bier, « L'accompagnement des jeunes ayant moins d'opportunités, l'exemple du programme Envie d'agir », *Cahiers de l'action*, n° 33, pp.11-20, 2011.
- [8] R. Blundell, M. Costa Dias, « Alternative Approaches to Evaluation in Empirical Microeconomics », *Working Paper, University College London and Institute for Fiscal Studies*, 2002.
- [9] L. Bonnal, D. Fougere and A. Serandon, « Evaluating the Impact of French Employment Policies of Individual Labour Market Histories », *Review of Economic Studies*, n° 64, pp. 683-713, 1997.

- [10] L. Bonnal, D. Fougère, A. Serandon, « L'impact des dispositifs d'emploi sur le devenir des jeunes chômeurs, une estimation économétrique sur données », *Economie et prévision*, n° 115 - 9994 4, pp.1-28,1994.
- [11] M. Bougroum et A. Ibourk, « Les effets des dispositifs d'aide à la création d'emploi dans un pays en développement : Cas du Maroc », *Revue Internationale du Travail (BIT)*, Vol. 142, n°3, 2003.
- [12] A. Brilleau, F. Roubaud, C. Torelli, « L'emploi, le chômage et les conditions d'activité dans les principales agglomérations de sept Etats membres de l'UEMOA, Principaux résultats de la phase 1 de l'enquête 1-2-3, de 2001-2002 », DIAL, *Document de travail*,2004.
- [13] T. Brodaty, B. Crépon, D. Fougère, « les méthodes micro économétriques d'évaluation : développements récents et applications aux politiques actives de l'emploi », *mimeo*, INSEE, 2002.
- [14] C. Brunet, J.Y. Lesueur, « Le statut résidentiel affecte-t-il la durée de chômage ? Une estimation microéconomique sur données françaises », *Revue Economique*, Vol.55 n°3, pp. 569-578, 2004.
- [15] J. Calman, D. Epiphane, «L'insertion professionnelle des études supérieures : des diplômés plus égaux que d'autres ...», *Formation Emploi*, n° 117, pp. 11-29,2012.
- [16] S. Cavaco, *Trajectoires individuelles des licenciés économiques : évaluation économétrique d'une politique active d'emploi*, Thèse de doctorat, Université Lumière II de Lyon, 2003.
- [17] S. Cavaco, J. Y. Lesueur, M. Sabatier, « Do spatial constraints affect the job search efficiency ? », *GATE*, W. P., Vol. 2,2004.
- [18] C. Crépin, Politique familiale et employabilité des jeunes. In: Politiques sociales et familiales, n°112,pp.115-120,doi:10.3406/caf.2013.2828,http://www.persee.fr/doc/caf_2101-8081_2013_num_112_1_2828,2013.
- [19] J. R. Cyterman, « la recherche universitaire » in Frederic Forest (dir.) *Les universités en France : fonctionnement et enjeux* », *Presses de l'Université du Havre et de Rouen*, pp. 99- 126,2012.
- [20] Z. M. A. Domoraud, *Le chômage de longue durée en Côte d'Ivoire : Analyse et politique*, Thèse de Doctorat, Université Montesquieu Bordeaux IV, CED, 2003.
- [21] D. Fougère, T. Kamionka, « Econometrics of individual labor market transition », IZA DP N° 1850, *discussion paper series*, 2005.
- [22] J. Gautié, *Le Chômage*, Collection REPERE, la découverte, 2009.
- [23] R.K. Green, P.H. Hendershott, « Home-ownership and the duration of unemployment: a test of the Oswald hypothesis », *NBER Working Paper*, 2001.
- [24] M. Gritz, « The impact of Training on the frequency and Duration of Employment », *Journal of Econometrics*, n°57, pp.21-51,1993.
- [25] J.C. Ham, R.J. Lalonde, « The effect of Sample Selection and Initial Conditions in Durations Models : Evidence from Experimental Data on Trainning », *Econometrica*, vol. 64, n° .1, pp. 175-205,1996.
- [26] J. Heckman, « Varieties of Selection Bias », *American Economic Review*, Vol. 80, pp. 313-318,1990.
- [27] J. Heckman, and Robb, « Alternative methods for evaluating the impact of interventions, In Longitudinal analysis of labor market data », edited by J. Heckman and B. Singer, Cambridge: Cambridge University Press, pp.156-246,1985.
- [28] J.J. Heckman, G. Borjas, « Does unemployment cause future unemployment? Definitions, questions and answers from a continous time model of heterogeneity and state dependence », *Economica*, vol. 47, n°187,1980.
- [29] R. Hujer, K. O. Maurer, M. Wellner, « Estimating the Effect of Training on Umemployment Duration in West Germany - A Discrete Hazard-Rate Model with Instrument Variable », *Frankfurter Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge* n°73, Johann Wolfgang Goethe-University, Frankfurt am Main, 1997.
- [30] M. A. Huyghe, S. Barlet et A. Gauron, « L'insertion des jeunes en Afrique subsaharienne subsaharienne, De quoi parle-t-on ?,in *Revue L'Actualité des services aux entreprises*, n° 25, 2013.
- [31] T. Kamionka, « Mobilités individuelles sur le marché du travail: le rôle des emplois aidés », *Communication aux XVIèmes Journées de microéconomie Appliquée*, Lyon, 3-4 juin,1999.
- [32] B. M. Kouadio, « Analyse de la pauvreté des chômeurs de longue durée en Côte d'Ivoire », *Economie Appliquée*, tome LVIII, n°3, pp. 105-127,2005.
- [33] K. C. Kouakou, « Determinants of urban youth labor supply in Côte d'Ivoire », *African Journal of Economic Policy*, Vol. 15, n° 2, December, pp. 29-57,2008.
- [34] J. P. Lachaud, *Le désengagement de l'état et les ajustements sur le marché du travail en Afrique francophone*, Genève, Institut International d'Etudes sociales, 1996.
- [35] S. Lollivier, Récurrence du chômage des jeunes : des trajectoires hétérogènes, économie et statistique, vol. 4, n°334, 2000.
- [36] C. Ollivier, F. Barroeta, A. Matha, « Les outils de l'employabilité du BIT pour faciliter l'insertion professionnelle des jeunes », in *Revue L'Actualité des services aux entreprises*, Gret, Paris, n° 24, 2013.
- [37] T. Penard, M. Sollogoud, « Les politiques françaises d'emploi en faveur des jeunes, une évaluation économétrique », *Revue économique*, Vol 46, n°3, pp. 549-559,1995.
- [38] J. Rose, *Mission insertion : un défi pour les universités*, Presses Universitaires de Rennes, 2014.
- [39] A. M. Spence, « Job market signalling », *Quaterly Journal of Economics*, Vol.87, pp. 355-374,1973.

- [40] J. Van den Berg Gerard , « The Effects of Changes of the Job Offer Arrival Rate on the Duration of Unemployment », *Journal of Labor Economics* ,Vol. 12, pp.478-98,1994.
- [41] M. Vernières, B. Fourcade, J.J. Paul, « L'insertion professionnelle dans les pays en développement : concepts, résultats, problèmes méthodologiques », *in Revue Tiers-Monde*, tome 35, n° 140, pp.725-750,1994.
- [42] J. Villegas, « Insertion sociale et professionnelle des jeunes en Afrique subsaharienne, capitalisation de deux initiatives non gouvernementales en Mauritanie et au Mozambique», CFSI, Paris, 2013.

Protective effects of the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves against cypermethrin-induced oxidative stress and reproductive toxicity in male guinea pig (*Cavia porcellus*)

VEMO Bertin Narcisse¹, KENFACK Augustave¹, NJINGOU NDOUYA Badou Zaki¹, NGOULA Ferdinand², NANTIA AKONO Edouard², TSAMBOU MEGNIMEZA Astride Martine¹, GUIKEP NOUNAMO Arthénice Jemima¹, NELO Chancel Patrick¹, NGALEU NJIEUDEU Claude Cedric¹, YIDJEU NANA Ferry¹, and TEGUIA Alexis¹

¹University of Dschang, Faculty of Agronomy and Agricultural Sciences, Department of Animal Sciences, PO Box 188, Dschang, Cameroon

²University of Bamenda, Faculty of Sciences, Department of Biochemistry, PO Box 39, Bamili, Cameroon

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the protective effects of aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves against cypermethrin-induced oxidative stress and reproductive toxicity. Thus, fifty male guinea pigs were divided into 5 groups (G1, G2, G3, G4 and G5) of 10 animals each. During 90 days, animals of G1 were orally given 1 ml/kg of body weight (bw)/day of distilled water, while the other groups received 137.50 mg/kg bw of cypermethrin. In addition, G3, G4 and G5 received respectively 50, 100 and 200 mg/kg bw of aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves. At the end of the treatment period, the testicular concentration of malondialdehyde and the activities of superoxide dismutase and catalase decreased significantly ($P < 0.05$) in guinea pigs exposed to cypermethrin and aqueous extract of *B. engleriana* leaves compared to those exposed to cypermethrin only (G2), while the reverse was observed with the activity of peroxidases. The time of reaction of male guinea pig in the presence of females and the percentage of abnormal spermatozoa decreased significantly ($P < 0.05$) in animals treated with the insecticide and the aqueous extract of *B. engleriana* leaves compared to G2 animals. The weight of testes, serum level of testosterone, sperm count, mobility and percentage of spermatozoa with entire plasma membrane increased significantly ($P < 0.05$) in guinea pigs given extract compared to those submitted to cypermethrin only. Thus, the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves protected male guinea pigs against cypermethrin toxicity.

KEYWORDS: *Bersama engleriana*, cypermethrin, oxidative stress, spermatozoa, toxicity.

1 INTRODUCTION

Pesticides are chemical products used in agriculture to eliminate harmful organisms, in order to increase agriculture yields (Merhi *et al.*, 2007). Although this important role, pesticides can provoke serious environmental pollutions, with fatal consequences on animal and human health (Rudant *et al.*, 2007; Amin and Hashem, 2012). In fact they are considered as risk factors of many diseases such as cancer, congenital malformations, and infertility (Rudant *et al.*, 2007). Pesticides damage reproduction of animals and some reported effects include reduction in testosterone production and/or action (Bustos-Obregon and Gonzalez-Hormazabal, 2003), decrease in sperm count and mobility (Narayana *et al.*, 2005; Ngoula *et al.*, 2007 and Kenfack *et al.*, 2015). One of the mechanisms by which they perform their toxicity is the generation of high production of free radicals and thus of the oxidative stress (Banerjee *et al.*, 1999; Banerjee *et al.*, 2001 and Amin and Hashem, 2012). It is reported that the decreased fertility in male rats exposed to cypermethrin might be due to the high production of free radicals it induced (Sharma *et al.*, 2014). To attenuate the oxidative effects, antioxidant molecules such as selenium, vitamins E and C, BHT, BHA are commonly used (Yousef, 2010; Djeflal, 2014 and El-Dakak, 2015). But their possible side-effects, their high cost and availability limit their utilization in developing countries. Hence, medicinal plants present in these countries appear as an alternative solution, since they are rich in many natural antioxidants like phenols, flavonoids, terpenoids, xanthons etc. Also,

their toxicity is very low (Vijayakumar *et al.*, 2012 and Ikpeme *et al.*, 2014). Among those plants is *Bersama engleriana*, found in Sub-Saharan Africa [16]. Unlike many medicinal plants (pawpaw tree, guava tree, tea plant...), it is not used as food for human. It is empirically used to treat many diseases (Bosch, 2008 and Lather *et al.*, 2010). A study showed that the extracts from all parts (leaves, stem bark and roots) of this plant have antioxidant effects (Kuate *et al.*, 2008). Mangiferin they contain has an antioxidant activity higher than that of vitamins E and C (Martinez *et al.*, 2000 and Sanchez *et al.*, 2000), yet considered as major antioxidants. Almost all these works are *in-vitro*, and then *in-vivo* studies are necessary to appreciate the effects of this plant on the animal organism. The objective of this study was to evaluate the protective effects of the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves on cypermethrin-induced oxidative stress and reproductive toxicity.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 ANIMALS, LODGING, FEEDING, PESTICIDE AND PLANT MATERIAL

Fifty male guinea-pigs (*Cavia porcellus*) raised at Dschang university teaching and research farm were used. Their mean weight was 357.91 ± 15.18 g at the start of the assay. They were identified at the ear and housed in identical cages of 100 cm x 80cm x 60cm (length, width and height) under standard conditions with 12 h photoperiod and had free access to water and food. They were handled according to ethical guidelines of the Cameroonian National Veterinary Laboratory.

Animals were fed with elephant grass-based ration and a supplement of provender diet.

The pesticide used was cypermethrin 36 % (360 g/L), commercially called Cigogne. It was obtained from Louis Dreyfus Commodities Cameroon.

Fresh leaves of *Bersama engleriana* were collected in Bagang, locality of the Bamboutos Division, West Region of Cameroon. They were dried sheltered from the sun, and then grinded at the mill and the powder obtained was used for extractions, using 6 litres of distilled water for 1 kilogram of powder. The filtrate was dried in the oven at 50 °C to obtain aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves.

2.2 ASSAY

The animals were distributed into 5 groups (G1, G2, G3, G4 and G5) of 10 animals each, comparable in body weight. During 90 days, animals of G1 were orally given distilled water, while the other groups received 137.50 mg/kg bw of cypermethrin. In addition, G3, G4 and G5 animals received respectively 50, 100 and 200 mg/kg bw of aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves, dissolved in distilled water. The animal's body weight was recorded weekly and the doses of pesticide and aqueous extract adjusted accordingly.

2.3 COLLECTION OF BLOOD AND ORGANS

Twenty four hours after the last administration of the pesticide and aqueous extract solutions, animals were anaesthetised using ether vapour and blood was collected by cardiac puncture and used to obtain the serum. After sacrifice, organs such as the testes, epididymis, vas deferens, vesicular glands and prostate were collected.

2.4 STUDIED PARAMETERS AND DATA COLLECTION

2.4.1 SEXUAL DESIRE (LIBIDO)

The libido was expressed as the reaction time of the male in the presence of a female; on the 90th day of the assay and before sacrifice, each experimental animal was housed with an adult female, and the time taken for the male to chase, sniff the ano-genital region of the female or attempt to mount was noted. The maximum observation time for any possible reaction of male in the presence of female was 5 minutes.

2.4.2 SEXUAL ORGANS WEIGHTS

The testes, epididymis, vas deferens, vesicular glands and prostate were weighed using a scale of 160 g capacity and 10⁻³g precision.

2.4.3 SERUM TESTOSTERONE CONCENTRATION

Testosterone was quantified in the serum using ELISA kit according to the instructions from Omega Diagnostics (Scotland, United Kingdom).

2.4.4 SPERM CHARACTERISTICS

Animal sperm mobility was evaluated by mincing epididymal tails in a petri dish containing 0.9% NaCl solution at 37°C and the obtained preparation was observed with light microscope at 400 x magnification. The sperm count was done using the Thoma haemocytometer, while sperm morphological abnormalities (small and big heads, tails winding) and the integrity of the plasma membrane were evaluated using an eosin-nigrosin solution and the hypo-osmotic test respectively.

2.4.5 OXIDATIVE STRESS INDICATORS

A 15 % (W/V) homogenate was prepared using the right testis of each animal. Thus, a testis was crushed in cold 0.9 % NaCl followed by a centrifugation (3000 rpm, 30 min) and the supernatant was used for biochemical analyses. The determination of malondialdehyde concentration was done by the thiobarbituric acid method (Nilsson *et al.*, 1989), while the superoxide dismutase activity was evaluated according to (Misra and Fridovich, 1972). The catalase (CAT) activity was assessed using the chromic acetate method as described in a previous work (Sinha, 1972) and the total peroxydases (PEROX) activity was determined by the potassium iodate method (Habbu *et al.*, 2008).

2.5 STATISTICAL ANALYSIS

Results were expressed as mean $\pm$ standard deviation. Differences between groups were brought out by the use of one way ANOVA followed by the Duncan's test at 5% significance.

3 RESULTS

3.1 OXIDATIVE STRESS INDICATORS

The testicular concentration of malondialdehyde (figure 1) was significantly ($P < 0.05$) lower in guinea pigs exposed to cypermethrin and treated with 100 or 200 mg/kg bw of aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves compared to those submitted only to cypermethrin (T0+), and comparable ($P > 0.05$) to the control receiving distilled water (T0-).

The activity of the superoxide dismutase (figure 2) in T0- animals and those treated with aqueous extract of *B. engleriana* leaves were comparable ($P > 0.05$) to each other and significantly ($P < 0.05$) lower considering T0+ animals.

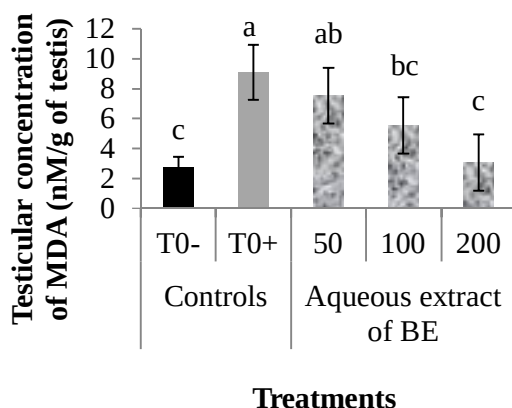


Figure 1: Effects of the aqueous extract of BE leaves on the testicular concentration of MDA in male guinea pig exposed to cypermethrin

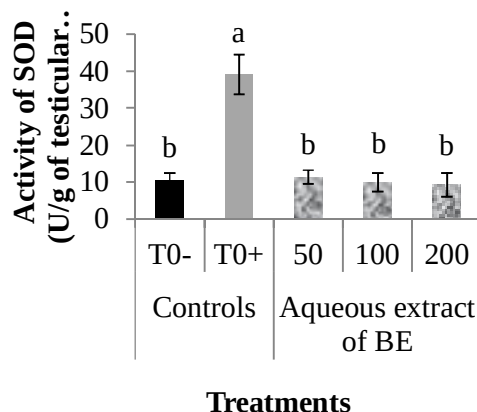
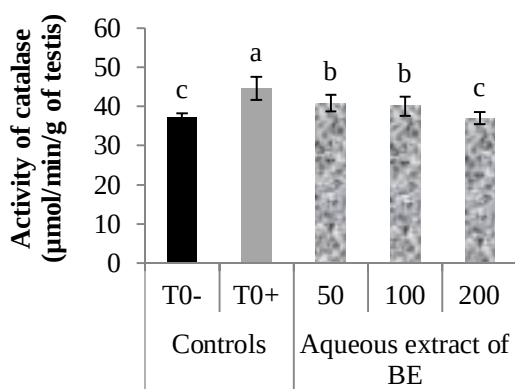


Figure 2: Effects of the aqueous extract of BE leaves on the testicular activity of SOD in male guinea pig exposed to cypermethrin

a, b, c: on bars, values with the same letters are not significantly ($P>0.05$) different. BE: *Bersama engleriana*.

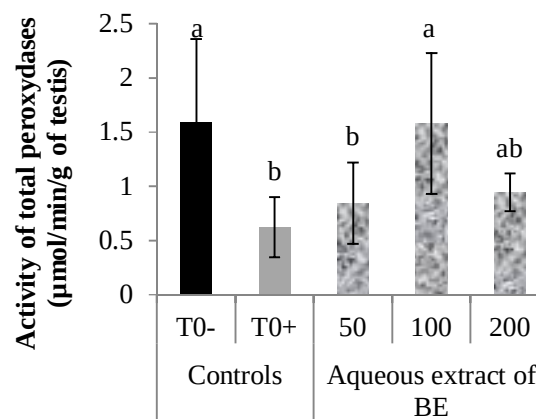
The testicular activity of catalase (figure 3) decreased significantly ($P<0.05$) in guinea pigs exposed to cypermethrin and treated with aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves relatively to those treated only with the insecticide, but only animals receiving 200 mg/kg bw showed a value comparable ($P>0.05$) to that of the control receiving only distilled water.

The activity of peroxidases (figure 4) increased in T0- animals and those treated with aqueous extract of *B. engleriana* leaves with reference to T0+ animals, but the significant ($P<0.05$) difference was noted only with 100 mg/kg bw treated and T0- males.



Treatments

Figure 3: Effects of the aqueous extract of BE leaves on the testicular activity of CAT in male guinea pig exposed to cypermethrin



Treatments

Figure 4: Effects of the aqueous extract of BE leaves on the testicular activity of peroxidases in male guinea pig exposed to cypermethrin

a, b, c: on bars, values with the same letters are not significantly ($P>0.05$) different. BE: *Bersama engleriana*.

3.2 REACTION TIME OF MALES IN THE PRESENCE OF FEMALE (LIBIDO) AND TESTOSTERONE CONCENTRATION

The time of reaction (figure 5) in T0- guinea pigs and those treated with aqueous extract of BE leaves were comparable ($P>0.05$) to each other and significantly ($P<0.05$) low with respect to T0+ animals. The serum level of testosterone (figure 6) increased in guinea pigs treated with aqueous extract of BE leaves than in T0- and T0+ groups, but only males submitted to 50 or 200 mg/kg bw showed a significant ($P<0.05$) difference relatively to T0+ animals.

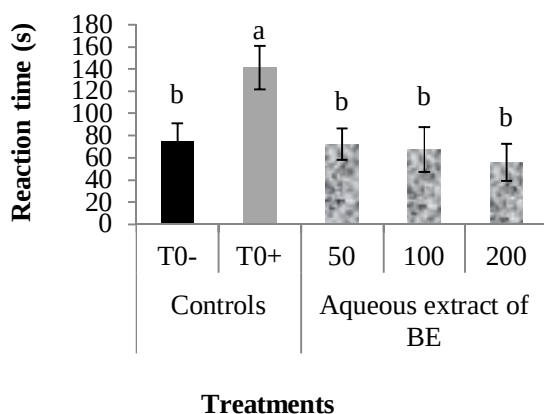


Figure 5: Effects of the aqueous extract of BE leaves on the time of reaction (libido) in male guinea pig exposed to cypermethrin

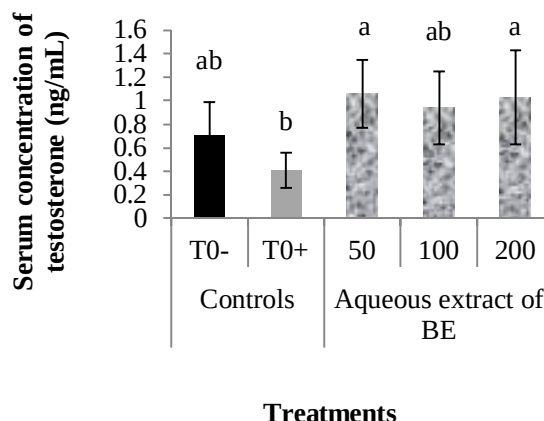


Figure 6: Effects of the aqueous extract of BE leaves on the serum testosterone concentration in male guinea pig exposed to cypermethrin

a, b: on bars, values with the same letters are not significantly ($P>0.05$) different. BE: *Bersama engleriana*.

3.3 WEIGHT OF GENITAL ORGANS

The effects of the aqueous extract of BE leaves on the weight of sexual organs in guinea pig exposed to cypermethrin are presented in table 1. The weight of testes increased significantly ($P<0.05$) in guinea pigs exposed to cypermethrin and treated with 100 or 200 mg/kg bw of aqueous extract of *B. engleriana* leaves in relation to those submitted only to cypermethrin (T0+), and was comparable ($P>0.05$) to the control receiving distilled water (T0-). The weights of the epididymis, vas deferens, seminal vesicle and prostate were comparable ($P>0.05$) among treatments.

Table 1: Effects of the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves on the weight of genital organs in male guinea pig exposed to cypermethrin

weight of genital organs (g/100 g bw)	Treatments					P
	Controls		Aqueous extract of <i>B. engleriana</i> leaves (mg/kg bw)			
			50	100	200	
	T0- (n = 8)	T0+ (n = 8)	(n = 8)	(n = 8)	(n = 8)	
Testes	0.49±0.06 ^a	0.37±0.09 ^b	0.44±0.05 ^{ab}	0.46±0.03 ^a	0.47±0.07 ^a	0.04
Epididymis	0.10±0.01	0.08±0.02	0.09±0.01	0.10±0.01	0.10±0.02	0.62
Vas deferens	0.04±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.85
Seminal vesicle and prostate	0.57±0.09	0.58±0.04	0.65±0.13	0.61±0.13	0.58±0.13	0.31

a, b: within the same line, values with the same letters are not significantly ($P>0.05$) different. n: Number of observations. bw: body weight. T0-: group receiving 1 mL/kg bw of distilled water. T0+: group receiving 137.50 mg/kg bw of cypermethrin.

3.4 CHARACTERISTICS OF CAUDAL EPIDIDYMAL SPERM

Table 2 summarises the effects of the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves on the caudal epididymal sperm characteristics in male guinea pig exposed to cypermethrin. The sperm mobility, the sperm count and the rate of spermatozoa with entire plasma membrane generally increased significantly ($P<0.05$) in animals exposed to cypermethrin and treated with 100 or 200 mg/kg bw of aqueous extract of BE leaves compared to those exposed only to cypermethrin, and were not different ($P>0.05$) to the control receiving distilled water. Meanwhile, the percentages of spermatozoa having small and big heads, coiled

tails decreased significantly ($P < 0.05$) in animals exposed to cypermethrin and given aqueous extract of *B. engleriana* leaves with respect to T0+ group.

Table 2: Effects of the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves on the caudal epididymal sperm characteristics in male guinea pig exposed to cypermethrin

Caudal epididymal sperm characteristics	Treatments					P
	Controls		Aqueous extract of B. engleriana leaves (mg/kg bw)			
	T0-	T0+	50	100	200	
	(n = 6)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 6)	
Mobility (%)	75.00± 12.25 ^{bc}	65.00± 14.14 ^c	75.71± 16.18 ^{bc}	85.00± 7.56 ^a	82.86± 7.56 ^{ab}	0.00
Number/tails of epididymis (x 10 ⁶)	21.67± 3.84 ^{ab}	16.41± 4.88 ^c	14.71± 2.72 ^c	21.29± 4.62 ^{ab}	22.92± 6.13 ^a	0.01
Number/g of epididymal tails (x 10 ⁶)	52.63± 12.57 ^{ab}	39.15± 12.34 ^{bc}	41.44± 7.29 ^{abc}	49.79± 7.69 ^{ab}	54.01± 14.43 ^a	0.01
Spermatozoa with EPM (%)	81.00± 6.54 ^{ab}	68.13± 6.94 ^c	81.14± 5.40 ^{ab}	85.75± 4.06 ^{ab}	86.00± 4.90 ^a	0.00
Spermatozoa with small and big heads (%)	17.17± 5.60 ^b	26.00± 6.14 ^a	18.50± 6.98 ^b	16.14± 3.93 ^b	13.67± 2.73 ^b	0.00
Spermatozoa with coiled tails (%)	4.25± 1.08 ^b	7.38± 1.69 ^a	3.40± 0.89 ^b	2.75± 0.96 ^b	3.00± 1.41 ^b	0.00

a, b, c: within the same line, values with the same letters are not significantly ($P > 0.05$) different. n: Number of observations. bw: body weight. EPM: entire plasma membrane. T0-: group receiving 1 mL/kg bw of distilled water. T0+: group receiving 137.50 mg/kg bw of cypermethrin.

4 DISCUSSION

The decrease in testicular concentration of malondialdehyde and activities of superoxide dismutase and catalase in guinea pigs exposed to cypermethrin and aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves in the current study is similar to the observations done in rats submitted to 0.6 mg/kg bw of lambda-cyhalothrin and 200 mg/kg bw of curcumin (Madkour, 2012) in mice exposed to 13.8 mg/kg bw of cypermethrin and 150 or 300 mg/kg bw of *Cedrelopsis grevei* (Mossa *et al.*, 2015). This observation might be explained by the action of antioxidant compounds such as phenols, flavonoids, xanthons, terpenoids and anthraquinones, revealed in this extract following the phytochemical tests. These molecules could have neutralised free radicals by transferring protons, capturing them (Hodek *et al.*, 2002) or inhibiting enzymes responsible of their production, like aldose reductase, xanthin oxydase, lipoxigenase, phospholipase and cyclooxygenas (Van Acker *et al.*, 1996 and Benavente-Garcia *et al.*, 1997) and then protecting cells against cypermethrin-induced oxidative stress. Such actions could have reduced the peroxidation of the plasma membrane lipids and thus the concentration of malondialdehyde and the activity of antioxidant enzymes, superoxide dismutase and catalase. Malondialdehyde is an excellent substrate for peroxidases (Anita and Suresh, 2009 and Golamreza *et al.*, 2010), therefore, the decrease of its concentration might explain the increase of peroxidases level. The increase in testosterone concentration and libido in animals treated with the insecticide and aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves in this study could be due not only to the antioxidant compounds it contains, but also to the androgenic properties of molecules such as steroids, terpenoids and saponins (Ahangarpour *et al.*, 2013). The increase in sperm count, mobility and plasma membrane integrity and the decrease of the percentage of abnormal spermatozoa in this study might be due to the increase in testosterone level on one hand and to the antioxidant effects of the aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves on the other hand. In fact, antioxidant compounds could protect spermatozoa DNA against free radicals and improve sperm characteristics (Jedlinska *et al.*, 2006).

5 CONCLUSION

The aqueous extract of *Bersama engleriana* leaves has protected efficiently the reproductive parameters of male guinea pigs against the cypermethrin-induced oxidative stress. Hence, it can be used as alternative to synthetic antioxidants.

REFERENCES

- [1] **Ahangarpour A., Oroojan A.A and Heydari H. (2013).** Effect of hydro-alcoholic extract of *Dorema aucheri* on serum levels of testosterone, FSH and sperm count in nicotinamide-STZ-induced diabetic rat models. *Zanjan university of medical sciences journal*. 21: 22-31.
- [2] **Amin K.A., Hashem K.S. (2012).** Deltamethrin-induced oxidative stress and biochemical changes in tissues and blood of cat fish (*Clarias gariepinus*): antioxidant defense and role of alpha-tocopherol. *Veterinary research*. 8(45): 8.
- [3] **Anita G. and Suresh A. (2009).** Assesment of reproduction toxicity induced by deltametrin in male albinos rat. *Iranian journal of Toxicology*. 2 (3): 123-43.
- [4] **Banerjee B.D., Seth V., Ahmed R.S. (2001).** Pesticide induced oxidative stress: perspective and trends. *Review of environmental health*. 16: 1-40.
- [5] **Banerjee B.D., Seth V., Bhattacharya A., Pasha S.T., Chakraborty A.K. (1999).** Biochemical effects of some pesticides on lipid peroxidation and free radical scavengers. *Toxicology letters*. 107: 33-47.
- [6] **Benavente-Garcia O., Castillo J., Marin F.R., Ortuno A., Del Rio J.A. (1997).** Uses and properties of Citrus flavonoids. *Journal of agricultural and food chemistry*. 45: 4505–4515.
- [7] **Bosch C.H. (2008).** *Bersama abyssinica* Fresen. In: Schmelzer G.H. and Gurib-Fakim A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa). 11(1). Medicinal plants 1. PROTA Foundation. Wageningen, Netherlands: Backhuys publishers. 116p.
- [8] **Bustos-Obregon E. and Gonzalez-Hormazabal P. (2003).** Effects of a single dose of malathion on spermatogenesis in mice. *Asian journal andrology*. 5: 105-107.
- [9] **Djeffal A. (2014).** Evaluation de la toxicité d'un insecticide carbamate « méthomyl » chez le rat Wistar : Stress oxydant et exploration des effets protecteurs de la supplémentation en sélénium et/ou en vitamine C. Thèse de Doctorat en Biochimie. Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie. 225 p.
- [10] **El-Dakak A.M. (2015).** The protective effect of some natural antioxidants against azithromycin induced testicular dysfunction in rats. *American international journal*. 2 (1): 39-60.
- [11] **Golamreza N., Mazdak R., Aref H., Simineh S. and Sajad F. (2010).** The effect of chronic exposure with imidacloprid insecticide on fertility in mature male rats. Royan Institute, *International journal of fertility and sterility*. 4 (1): 9-16.
- [12] **Grasiela D.C., Aguiar S. and Capucho C. (2014).** Pesticides and heavy metals ingestion through food consumption can disrupt reproductive system. Toxic effects of chemicals in food, chemical and consumer product safety: 89-97.
- [13] **Habbu P.V., Shastry R.A., Mahadevan K.M., Hanumanthachar J., Das S.K. (2008).** Hepatoprotective and antioxidant effects of argyrea speciosa in rats. *African journal of traditional complementary and alternative medicines*. 5 (2): 158-164.
- [14] **Hodek P., Trefil P., Stiborova M. (2002).** Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chemico-biological interactions*. 139: 1–21.
- [15] **Ikpeme E.V., Ekaluo U.B., Udensi O.U and Ekerette E.E. (2014).** Screening fresh and dried fruits of avocado pear (*Persea americana*) for antioxidant activities: An alternative for synthetic antioxidant. *Journal of life sciences research and discovery*. 1: 19-25.
- [16] **Jedlinska M.G., Bomba K., Jakubowski T., Rotkiewicz B and Penkowsk A. (2006).** Impact of oxydative stress and supplémentation with vitamine E and C on testes morphology in rats. *Journal of reproduction*. 52: 203-209.
- [17] **Kenfack A., Ngoula F., Dzeufiet W.P.D., Ngouateu O.B., Tsambou M.A.M., Chombong K.J., Zeukeng Z.G.M., Leinyuy N.I., Guiekep N.A.J., Tah P.N., Kamtchouing P., Tchoumboué J., Vemo B.N. (2015).** Persistence of the reproductive toxicity of chlorpyrifos-ethyl in male Wistar rat. *Asian pacific journal of reproduction*. 4(1): 37-40.
- [18] **Kuete V., Tsafack M.A., Tsaffack M., Penlap B.V., Etoa F.X., Nkengfack A.E., Marion M.J.J., Namrita L. (2008).** Antitumor, antioxidant and antimicrobial activities of *Bersama engleriana* (Melianthaceae). *Journal of ethnopharmacology*. 115 (7): 494-501.
- [19] **Lather A., Gupta V., Tyagi V., Kumar V., Garg S. (2010).** Phytochemistry and pharmacological activities of *Bersama engleriana* guerke-An overview. *International research journal of pharmacy*. 1 (1): 89-94.
- [20] **Madkour N.K. (2012).** Protective effect of curcumin on oxidative stress and DNA fragmentation against lambda cyhalothrin-induced liver damage in rats. *Journal of applied pharmaceutical science*. 2 (12): 076-081.
- [21] **Martinez G., Delgado R., Perez G., Garrido G., Nunez-Selles A.J., Leon O.S. (2000).** Evaluation of the in vitro antioxidant activity of Mangifera indica L. extract (Vimang). *Phytotherapy research*. 14: 424-427.
- [22] **Merhi M., Raynal H., Cahuzac E., Vinson F., Cravedi J. P. and Gamet-Payraastre L. (2007).** "Occupational exposure to pesticides and risk of hematopoietic cancers: meta-analysis of case-control studies", *Cancer Causes Constraints*, vol. 18, no. 10, pp. 1209-1226.
- [23] **Misra H.P., Fridovich I. (1972).** The generation of superoxide radical during the autoxidation of hemoglobin. *The Journal of biological chemistry*. 247: 6960-2.

- [24] **Mossa A.H., Heikal T.M., Belaiba M., Raelison E.G., Ferhout H., Bouajila J. (2015).** Antioxidant activity and hepatoprotective potential of Cedrelopsis grevei on cypermethrin induced oxidative stress and liver damage in male mice. *BMC, Complementary and alternative medicine*. 15 (251): 1-10.
- [25] **Narayana K., Prashanthi N., Nayanatara A., Kumar H.H., Abhilash K., Bairy K.L. (2005).** Effects of methyl parathion (0,0-dimethyl, 0-4-nitriphenylphosphorothioate) on rat sperm morphology and sperm count, but not fertility, are associated with decrease ascorbic acid level in testis. *Mutation research*. 588(1): 28-34.
- [26] **Ngoula F., Watcho P., Dongmo M.C., Kenfack A., Kamtchouing P., Tchoumboué J. (2007).** Effects of pirimiphos-methyl (an organophosphate insecticide) on the fertility of adult male rats. *African health sciences*. 7(1): 3-9.
- [27] **Nilsson U.A., Olsson L.I., Carlin G., Bylund-Fellenius A.C. (1989).** Inhibition of lipid peroxidation by spin labels. *The Journal of biological chemistry*. 264: 11131-5.
- [28] **Rudant J., Menegaux F., Leverger G. (2007).** Household exposure to pesticides and risk of childhood hematopoietic malignancies: The ESCALE study (SFCE). *Environnemental health perspective*. 115 (12): 1787-93.
- [29] **Sanchez G.M., Re L., Giuliani A., Nunez-Selles A.J., Davison G.P., Leon-Fernandez O.S. (2000).** Protective effects of *Mangifera indica* L. extract, mangiferin and selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. *Pharmacological research*. 42: 565-573.
- [30] **Sharma P. Huq A.U., and Singh R. (2014).** Cypermethrin-induced reproductive toxicity in the rat is prevented by resveratrol. *Journal of human reproductive sciences*. (2): 99-106.
- [31] **Sinha A.K. (1972).** Colorimetric assay of catalase. *Analytical biochemistry*. 47: 389-394.
- [32] **Van Acker S., Van Balen G.P., Van Den Berg D.J., Van Der Vijgh W.J.F. (1996).** Influence of iron chelation on the antioxidant activity of flavonoids. *Biochemical pharmacology*. 56: 935–943.
- [33] **Vijayakumar S., Dhanapal R., Sarathchandran I., Kumar S.A and Ratna V. (2012).** Evaluation of antioxidant activity of *Ammania baccifera* (L.) whole plant extract in rats. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*: 753-756.
- [34] **Yousef M.I. (2010).** Vitamin E modulates reproductive toxicity of pyrethroid lambda-cyhalothrin in male rabbits. *Food chemical toxicology*. 48(5): 1152-1159.

