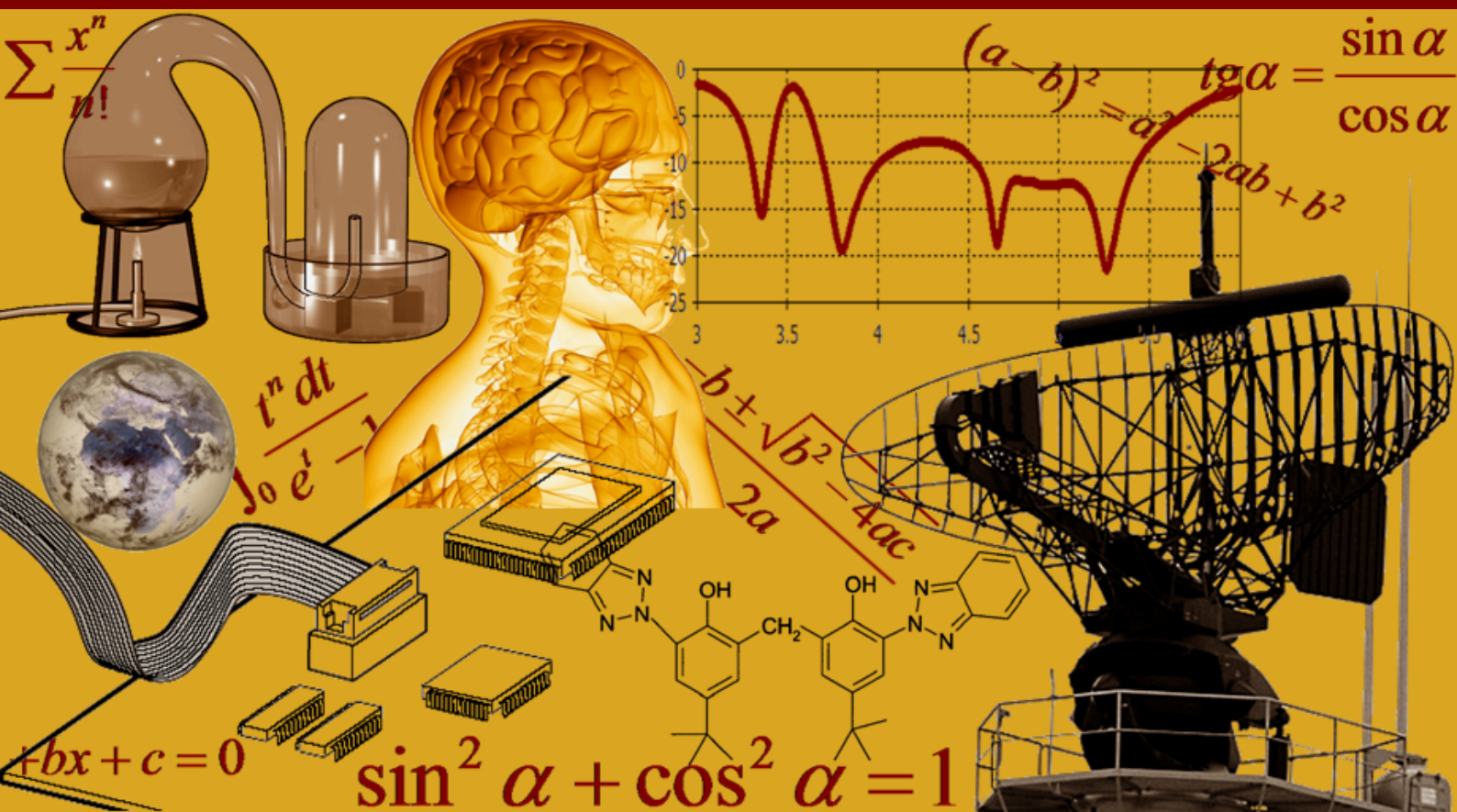


# INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 46 N. 1 December 2019



International Peer Reviewed Monthly Journal



## ***International Journal of Innovation and Scientific Research***

International Journal of Innovation and Scientific Research (ISSN: 2351-8014) is an open access, specialized, peer-reviewed, and interdisciplinary journal that focuses on research, development and application within the fields of innovation, engineering, science and technology. Published four times per year in English, French, Spanish and Arabic, it tries to give its contribution for enhancement of research studies.

All research articles, review articles, short communications and technical notes are sent for blind peer review, with a very fast and without delay review procedure (within approximately two weeks of submission) thanks to the joint efforts of Editorial Board and Advisory Board. The acceptance rate of the journal is 75%.

Contributions must be original, not previously or simultaneously published elsewhere. Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

## ***Editorial Advisory Board***

**K. Messaoudi**, Hochschule für Bankwirtschaft, Germany  
**Sundar Balasubramanian**, Medical University of South Carolina, USA  
**Ujwal Patil**, University of New Orleans, USA  
**Avdhoot Walunj**, National Institute of Technology Karnataka, India  
**Rehan Jamil**, Yunnan Normal University, China  
**Sankaranarayanan Seetharaman**, National University of Singapore, Singapore  
**Fairouz Benahmed**, University of Connecticut Health Center, USA  
**Achmad Choerudin, ST.,SE.,MM.**, Academy Technology of Adhi Unggul Bhirawa, Indonesia  
**Mohammad Ali Shariati**, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Iran  
**Md Ramim Tanver Rahman**, Jiangnan University, China  
**Rasha Khalil Al-Saad**, Veterinary Medicine College, Iraq  
**Neil L. Egloso**, Palompon Institute of Technology, Philippines  
**Sanjay Sharma**, Roorkee Engineering & Management Technology Institute, India  
**Ahmed Nabile Emam**, National Research Center (NRC), Egypt  
**Md. Arif Hossain Jewel**, Rural Development Academy, Bangladesh  
**N. Thangadurai**, Jayalakshmi Institute of Technology, India  
**Urmila Shrawankar**, G H Rasoni College of Engineering, India  
**Goutam Banerjee**, Visva-Bharati University, India  
**Santosh Kumar Mishra**, S. N. D. T. Women's University, India  
**Anupam Kumar**, Ashoka Institute of Technology & Management, India

## Table of Contents

Predictors of adherence to Isoniazid Preventive Therapy among people living with HIV: A cross-sectional study in Kisumu Central, Western Kenya	1-9
<i><u>Evance Okumu Seko, Vincent Omondi Were, Alice Charity Awinja, Dan Onguru, and Amolo Stephen Asito</u></i>	
EVALUATION DU NIVEAU DE L'USAGE DES MÉTHODES ACTIVES EN ZOOLOGIE AU DEGRÉ TERMINAL DES ÉCOLES ADVENTISTES DE LA VILLE DE GOMA : 2012-2013	10-26
<i><u>Albert RUKUNDO NDISEBUYE and Emmanuel KANYESHURI RWAGASIBIRA</u></i>	
Apport de la pédagogie active dans l'enseignement de la biologie	27-33
<i><u>Wissal IRAQI and Assia EL MOULAKI</u></i>	
Interface solide-fluide de matrice Yakam : Modélisation et dimensionnement d'une structure satellitaire par la h-version de la méthode des éléments finis	34-47
<i><u>Lema Nkwalu Blaise, CIMBELA KABONGO JOSEPH, NTAMPAKA BIRUGA Benjamin, Makengo Lutimba Hubert, and Kabeya Mukeba Leonard</u></i>	
Modélisation d'une structure hydroglisseuse par la méthode des éléments finis	48-59
<i><u>Lema Nkwalu Blaise, CIMBELA KABONGO JOSEPH, Makengo Lutimba Hubert, and Kabeya Mukeba Leonard</u></i>	
ADOPTION AND IMPACT OF IMPROVED CASSAVA (Manihot esculenta Grantz) PRODUCTION TECHNOLOGY ON FARMERS WELFARE IN MEZAM DIVISION OF THE NORTH WEST REGION OF CAMEROON	60-73
<i><u>Zie Tatiana Chi, Manu Ibrahim Mformi, and Herve Alain Napi Wouapi</u></i>	
Caractérisation des phases hyperaigue et subaigue de l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) hémorragique basée sur la modélisation mathématique de la densité des oxyhémoglobines dans l'hématome	74-79
<i><u>BIAOU Dimon Jean, ASSOGBA Kokou Marc, and VIANOU Antoine</u></i>	
Point position of the Bacteriological Physicochemical Quality and Wetlands Water Mapping of Guerbes-Sanhadja eco-complex (Skikda, Northeastern Algeria)	80-93
<i><u>Bouchaala Laid, Charchar Nabil, Mezoug Seyf Eddine, Sellam Ferial, Guednouse Assia, Boukhemza Mohamed, and Houhamdi Moussa</u></i>	
Perception de l'intérêt de l'entomologie médico-légale par les agents de la chaîne judiciaire au Burkina Faso : état des lieux et perspectives	94-103
<i><u>D. Honoré Kientega, Antoine Waongo, Zakaria Ilboudo, T. A. Moctar Zeba, and Antoine Sanon</u></i>	
EFFET DES CARACTERISTIQUES PERSONNELLES, SOCIODEMOGRAPHIQUES ET SCOLAIRES SUR LE RENDEMENT DES ETUDIANTS DE PREMIER GRADUAT A L'UNIVERSITE DE KISANGANI	104-121
<i><u>MBAYO LUKASU Modeste and Augustin MUKIEKIE TSHITE</u></i>	

## Predictors of adherence to Isoniazid Preventive Therapy among people living with HIV: A cross-sectional study in Kisumu Central, Western Kenya

*Evance Okumu Seko<sup>1</sup>, Vincent Omondi Were<sup>2</sup>, Alice Charity Awinja<sup>3</sup>, Dan Onguru<sup>4</sup>, and Amolo Stephen Asito<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Department of TB/HIV Operations Research, Kenya Medical Research Institute, Center for Global Health and Research, P.O. Box 1578-40100 Kisumu, Kenya

<sup>2</sup>Department of Statistics and Data management, Kenya Medical Research Institute, Center for Global Health and Research, P.O. BOX 1578-40100 Kisumu, Kenya

<sup>3</sup>Department of Health Promotion, Adaptive Management and Research Consultancy, P.O. Box 5022-40141 Kisumu, Kenya

<sup>4</sup>School of Health Sciences, Jaramogi Oginga Odinga University of Science and Technology, Bondo, P.O. BOX 210-40601 Bondo, Kenya

<sup>5</sup>School of Biological and physical sciences, Jaramogi Oginga Odinga University of Science and Technology, P.O. Box 210-40601 Bondo, Kenya

Copyright © 2019 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:** *Background:* Despite scaling up Isoniazid preventive therapy implementation in areas with a high prevalence of HIV and latent tuberculosis infection >30%, there is a paucity of data assessing adherence which is pivotal to END TB control and elimination. We sought to determine the adherence level and its correlates among people living with HIV initiated on IPT in selected hospitals in Kisumu Central, Kisumu County.

*Methods:* A facility-based cross-sectional study was conducted at Jaramogi Oginga Teaching and Referral Hospital, Kisumu County Hospital and Lumumba Sub-County Hospital between June and July 2018. A random sample of PLHIVs aged ≥18 years, initiated on IPT between 2016 and 2018 were interviewed. Self-reported method was used to ascertain adherence. Data was collected using Commcare and analysed with STATA 14.0. A generalized linear regression model was used to generate the adjusted prevalence ratios and 95% confidence intervals.

*Results:* Of 462 respondents, 282(61%) were females. The mean age of respondents was 37.9 [±10.4, SD]. Forty percent (40% [n=185; 95 C.I = (35.6%-44.6%) adhered to treatment. Respondents who had knowledge of latent tuberculosis infection were more likely to adhere compared to those who had no knowledge [aPR=1.6; 95%CI= (1.16-2.2), P=0.004]. Respondents who experienced IPT stock-outs were less likely to adhere as compared to those who experienced no stock-outs [aPR=0.15; 95%CI= (0.02-0.93); P=0.042].

*Conclusion:* The overall adherence level is sub-optimal against a set threshold (≥ 80%). Knowledge and IPT stock-outs were associated with adherence. Sustained awareness campaigns and uninterrupted supply of IPT would optimize on adherence.

**KEYWORDS:** Adherence, Treatment, latent, tuberculosis, Infection.

### 1 INTRODUCTION

Tuberculosis has re-emerged as a major threat to global public health and ranks the second leading cause of mortality among infectious diseases worldwide [1]. The epidemic is largely fueled by co-infection with HIV, through a bi-directional relationship where HIV drives a majority of TB associated morbidity and mortality, while TB is the leading cause of mortality among PLHIVs [2],[3]. Moreover, HIV is the strongest predictor of progression among those with latent or new Mycobacterium tuberculosis infection to active TB disease<sup>4</sup>. The incidence is increased in countries with high HIV prevalence<sup>5</sup>. Kenya is among the 10 out of 22 highly burdened countries with TB world over [6], with a prevalence of 558 per 100,000 population [7]. Kisumu County is considered HIV/TB endemic region with HIV prevalence of 19.9% and TB case notification rate of 379 per 100,000 population [8], [9].

People living with HIV (PLHIV) are 20-37 times at risk of reactivation of latent TB infection to active TB in their lifetime [10]. Approximately, two billion people (23%) are infected with latent tuberculosis infection (LTBI) worldwide, forming an enormous reservoir for potential TB cases and a barrier to global TB elimination and control [11], [12]. Exposure to *Mycobacterium tuberculosis* may result in latent tuberculosis infection, a state in which the host immune system controls replication of the bacillus thereby hindering progression to TB disease [13],[14]. The pathway of progression from LTBI to active TB follows immune suppression, reactivation, and exposure to new infection or reinfection with *Mycobacterium tuberculosis* [13], [15], [17].

Initiation of PLHIVs on Antiretroviral therapy (ART) confers a protective effect against incidences of TB and significantly reduces TB/HIV associated mortality [10]. However, ART as a standalone intervention is inadequate in reducing the risk of TB among HIV infected individuals. The WHO collective Implementation of the three I's TB specific interventions including but not limited to Infection prevention (IPC), Intensified case finding (ICF) and Isoniazid preventive therapy (IPT) is recommended to further reduce the risk of TB in HIV-infected individuals [18],[19]. Intensified Case Finding (ICF) clinical algorithm enables initiation of Isoniazid Preventive Therapy (IPT) to latent TB HIV infected persons in order to avert disease progression and reduce TB/HIV associated morbidity and mortalities among PLHIV [20].

In 2015, the Kenya National Tuberculosis Leprosy and Lung Disease Program (NTLD-P) with assistance from the US government President's Emergency Plan For AIDS Relief (PEPFAR) support initiative, piloted the implementation of IPT in predetermined pilot health facilities in all HIV hyper-endemic regions [21]. Three hundred (300) mg of Isoniazid (INH) and 25 mg of pyridoxine was administered in a self-fashioned to all latent TB HIV infected eligible adults on scheduled monthly visits at the respective comprehensive care clinics. Documented evidence has shown that IPT reduces the risk of individuals from progressing to active TB by 33% and 56% if given for 36 months [21], [22]. Concomitant use of IPT and ART have a synergetic effect in averting incident TB among HIV positive patients [22]. Different studies on IPT provision have reported variable rates of acceptance and completion with a significant proportion of PLHIV complying with treatment [23]. In addition, the previous meta-analysis revealed sub-optimal rates of initiation and completion varied across different populations [24]. Treatment completion rates have ranged from 19% to 82% for both 9 and 6 months regimens respectively [25], [29].

Despite scaling up of IPT implementation in areas with a high prevalence of HIV and LTBI (> 30%) as per WHO recommendation [10], [30], Kenya targeted 90% countrywide roll-out of IPT for PLHIVs by December 2016 [31], [32]. However, despite this ambitious rollout of IPT for programmatic implementation, there is a paucity of data exploring the levels of adherence and associated factors among PLHIVs initiated on IPT in these settings. Determination of uptake, adherence levels, and surveillance for Isoniazid mono-resistance is recommended in order to realize the full risk reduction benefit among PLHIV [33], [34]. Monitoring of IPT adherence strengthens program implementation by identification of probable gaps and advocacy for the adoption of appropriate adherence strategies, which enables improvement of the health outcomes among most at-risk groups. In this study, we sought to determine the adherence level and associated factors among PLHIV initiated on IPT in selected hospitals in Kisumu Central, Kisumu County.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

### **2.1 ETHICAL CONSIDERATION**

We obtained the ethical approval from Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital's Scientific Steering and Ethics Review Committee [Ref; ERC/IB/Vol., 1/451]. Administrative approval was obtained from the County Government of Kisumu, Ministry of Health, through the Director of Health Services. Informed consent was administered orally to all eligible respondent explaining the purpose of the study. Respondents were informed of voluntary participation and room for withdrawal at any stage of the study or interview. In addition, the respondent's confidentiality was guaranteed through non-disclosure of individual identifiers or recording of real names.

### **2.2 STUDY SETTING**

A facility-based cross-sectional study was conducted in Kisumu Central, Kisumu County at Jaramogi Oginga Teaching and Referral Hospital, Kisumu County Hospital and Lumumba Sub-County Hospital between June and July 2018. Kisumu County was among the national pre-determined TB/HIV endemic regions where IPT implementation was started. The-selected hospitals are among the high tier hospitals offering comprehensive TB/HIV integrated services to a larger population of PLHIVs that were targeted for IPT roll out in 2015.

## 2.3 INCLUSION AND EXCLUSION CRITERIA

We targeted PLHIVs scheduled for daily care at the respective hospitals. PLHIVs aged  $\geq 18$  years, referred for IPT, declined IPT initiation, initiated on IPT between January 2016 through January 2018, reported full 6 months completion of IPT, consented orally and willing to be interviewed were enrolled. In addition, those who were discontinued from IPT due to development of symptoms suggestive of active TB while on treatment or had adverse drug reactions were also enrolled in the study. PLHIVs aged  $\leq 18$  years, who IPT was not indicated, on-going with IPT from July 2018, initiated on IPT from 2015 and below and declined consent or were unwilling to be interviewed, were excluded from the study.

## 2.4 SAMPLE SIZE DETERMINATION

Cochran formula  $n = Z^2 PQ / e^2$  for cross-sectional studies was used in calculating the sample size [35], based on the assumption of initial adherence rate of 33% [36], 5% level of precision, 95% confidence interval and 47.5% non-response rate. The sample size was estimated and corrected for small population assuming 4000 population. The final sample size was 462.

## 2.5 SAMPLING PROCEDURE

Purposive sampling was used in the selection of the three hospitals followed by probability proportionate to the size distribution to determine the number of PLHIVs to be enrolled per hospital. Simple random sampling was used in the recruitment of PLHIV at the selected hospitals. The number of respondents enrolled in the study was based on the average number of PLHIVs scheduled for daily visits, and this was used to distribute the calculated sample size proportionately among the hospitals during enrolment. Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital enrolled 177, Kisumu County Hospital 148 and Lumumba Sub-County Hospital 136 PLHIVs respectively.

## 2.6 DATA COLLECTION

Commcare was used to administer a structured questionnaire to the respondents. The questionnaire collected participants socio-demographic, patient-related and health systems data. Self-reported adherence was the outcome variable and it was measured against a cut-off of  $\geq 80\%$  set threshold, which is equivalent to the successful completion of IPT for six months. Commcare automatically generated completion dates upon keying in the initiation date that was highlighted by the primary clinician. Besides; the primary clinicians screened PLHIVs and reviewed the eligibility criteria for possible enrolment. All eligible respondents were highlighted in the clinic review forms and referred to the research assistants for consenting. Ten to fifteen minutes of interviews were conducted before directing the respondents for ART refills at the pharmacy.

## 2.7 DATA QUALITY CONTROL

The research assistants were trained on Commcare and data integrity. Data validation checks with seamless skip logic patterns were incorporated during programming of the questionnaire. The questionnaires were pre-tested and tested among 46 respondents 10% of 462 in a different health facility for a period of two weeks targeting at least five PLHIVs per day. Common data errors were identified and necessary corrections made. The questionnaire was reprogrammed using Enketo software. Cronbach's alpha test was computed in STATA and  $\alpha$  reliability coefficient score of 0.80 obtained. This was used to validate the questionnaire. We piloted the study in the three hospitals to at least five eligible respondents on a daily basis for two-weeks. The primary clinician reviewed all PLHIVs scheduled daily for care for their eligibility. The principle investigator shuttled in the three hospitals to ensure that all eligible respondents were highlighted in the clinic review forms before handing them over to the research assistants for possible enrolment. Data from the pilot study were excluded from the final analysis.

## 2.8 DATA MANAGEMENT AND ANALYSIS

Data were synchronized to Commcare for storage and assessed daily for completeness and integrity. Raw data were exported in excel, cleaned, validated and imported to STATA version 14.0, Stata Corp, Texas, the USA for analysis. Frequencies and proportions were calculated for categorical variables. Chi-square ( $\chi^2$ ) was used to assess the association among categorical variables. A Generalized linear model customized with a log link function with Poisson distribution was used to compare the adjusted prevalence ratios since our outcome of interest was  $>10\%$  [37]. Stepwise selection criteria were used to assess for interactions and select variables significant at bivariate  $P < 0.20$  then fitted to the final model. The statistical level of significance was set at  $P \leq 0.05$ .

### 3 RESULTS

#### 3.1 SOCIODEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS

The mean age of the respondents was 37.9 ( $\pm 10.4$ , SD). Out of 462 respondents, 282 (61%) were females. Three hundred and twenty-eight (71%) were married. Two hundred and six (44.6%) had a secondary level of education. Majority of the respondents, 244(52.8%) were self-employed. Two hundred and four (44.2%) had income levels of between Ksh 0-5000 with 452 (97.8%) predominantly Christians as shown in [Table 1].

**Table 1. Sociodemographic characteristics of the study Participants in Kisumu Central**

Social-demographic factors	N (%)	Adherence n (%)	PR (95%CI)	P-value
<b>Adherence Level</b>	462	185	40 (35.6-44.6)	
<b>Age in Years</b>				
Mean Age (37.9 $\pm$ 10.4 SD)				
18 - 29	108(23.4)	57(52.8)	2.08(1.32-3.25)	0.001
30 - 39	166(35.9)	64(38.6)	1.49(0.94-2.35)	0.083
40 - 49	121(26.2)	47(38.8)	1.49(0.93-2.39)	0.092
>50	67(14.5)	17(25.4)	1.0	1.0
<b>Sex</b>				
Male	180(39.0)	77(42.8)	1.11(0.88-1.39)	0.357
Female	282(61.0)	108(38.3)	1.0	1.0
<b>Marital status</b>				
Single	75(16.2)	38(50.7)	2.53(1.02-6.27)	0.044
Married	328(71.0)	132(40.2)	2.01(0.82-4.88)	0.122
Divorced	20(4.3)	5(25.0)	1.0	1.0
Widowed	39(8.4)	10(25.6)	1.15(0.40-3.29)	0.789
<b>Level Of Education</b>				
None(illiterate)	8(1.7)	4(50.0)	1.71(0.81-3.57)	0.154
Primary	147(31.8)	43(29.3)	1.0	1.0
Secondary	206(44.6)	91(44.2)	1.49(1.11-2.00)	0.008
Tertiary	101(21.9)	47(46.5)	1.55(1.11-2.16)	0.009
<b>Occupational Status</b>				
Unemployed	87(18.8)	38(43.7)	1.0	1.0
Self-employed	244(52.8)	95(38.9)	0.88(0.66-1.17)	0.391
Formal Employment	131(28.4)	52(39.7)	0.89(0.64-1.22)	0.483
<b>Income Levels(Ksh)</b>				
0-5000	204(44.2)	65(31.9)	1.0	1.0
5000-10,000	74(16.0)	30(40.5)	1.27(0.90-1.79)	0.167
10,000-15,000	69(14.9)	30(43.5)	1.36(0.97-1.91)	0.070
>15,000	115(24.9)	60(52.2)	1.58(1.21-2.07)	0.001
<b>Religion</b>				
Christian	452(97.8)	179(39.6)	1.0	1.0
Muslim	10(2.2)	6(60.0)	1.53(0.91-2.57)	0.107

**Legend, Footnotes** CI, Confidence Intervals; SD, Standard Deviation; PR, Prevalence Ratio; Reference category=1.0

#### 3.2 ADHERENCE LEVEL AND ASSOCIATED FACTORS

Out of 462 respondents, 40% [n=185; 95% C.I (35.6%-44.6%)] adhered to six months IPT medication successfully as shown in [Table 1].

#### 3.3 PATIENT-RELATED FACTORS

Majority of the respondents 394 (85.2%) disclosed their IPT consumption status to either family or friends. Most respondents 192(91.87%) perceived LTBI as infectious. Three hundred and ninety-three (85.1 %) respondents had no known TB contact with 253 (54.8%) having no awareness of latent TB infection. Most respondents 413(89.4%) did not partake to



alcohol, drugs and related substances. Four hundred and fifty-nine (99.3%) were not stigmatized and out of 282 females, 275(97.5%) were not pregnant. In bivariate analysis, respondents who had awareness on LTBI were more likely to adhere to IPT medication compared to those who had no awareness [PR=1.95; 95% CI (1.54-2.47); P=0.001].

### 3.4 HEALTH SYSTEM FACTORS

One hundred and eighty-three (61%) respondents had viral load results between ranges 0-50 ml/copies. One hundred and ninety-nine (43.2%) respondents lived 0-5kilometres in proximity to respective hospitals. Majority of the respondents 344(82.3%) experienced no side effects and 451(97.6%) reported no stock-outs during the course of treatment. Four hundred and forty-four (96.1%) were counselled on the rationale behind IPT initiation with 458(99.1%) of respondents acknowledging a good provider attitude during the course of therapy. In bivariate analysis, respondents who experienced IPT stock-outs were less likely to adhere to IPT medication as compared to those who experienced no stock-outs [PR=0.23; 95% CI (0.03-1.46); P<0.119]. Respondents who covered a distance of 5-10 kilometers [PR=0.56; 95% CI (0.42-0.74); P<0.001] and 11-15kilometres [PR=0.69; 95% CI (0.48-0.99); P<0.0047] were less likely to adhere to IPT medication compared to those who covered a distance of > 30 kilometers to the health facilities.

**Table 2. Prevalence ratios of factors associated with adherence to Isoniazid Preventive Therapy among PLHIV in selected hospitals in Kisumu Central, Kisumu County**

Variables	N (%)	Adherence n (%)	Bivariate Analysis		Multivariate Analysis	
			PR (95% CI)	p value <sup>a</sup>	aPR (95% CI)	P value <sup>b</sup>
<b>Age in Years</b>						
18 - 29	108(23.4)	57(52.8)	2.08(1.32-3.25)	0.001	1.38(0.81-2.35)	0.236
30 - 39	166(35.9)	64(38.6)	1.49(0.94-2.35)	0.083	1.29(0.79-2.1)	0.302
40 - 49	121(26.2)	47(38.8)	1.49(0.93-2.39)	0.092	1.35(0.81-2.23)	0.237
>50	67(14.5)	17(25.4)	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Marital status</b>						
Single	75(16.2)	38(50.7)	2.53(1.02-6.27)	0.044	1.54(0.58-4.09)	0.38
Married	328(71.0)	132(40.2)	2.01(0.82-4.88)	0.122	1.4(0.56-3.51)	0.468
Divorced	20(4.3)	5(25.0)	1.0	1.0	1.0	1.0
Widowed	39(8.4)	10(25.6)	1.15(0.40-3.29)	0.789	1.31(0.45-3.75)	0.61
<b>Level Of Education</b>						
illiterate	8(1.7)	4(50.0)	1.71(0.81-3.57)	0.154	1.98(0.41-9.53)	0.393
Primary	147(31.8)	43(29.3)	1.0	1.0	1.0	1.0
Secondary	206(44.6)	91(44.2)	1.49(1.11-2.00)	0.008	1.13(0.8-1.6)	0.463
Tertiary	101(21.9)	47(46.5)	1.55(1.11-2.16)	0.009	1.07(0.75-1.52)	0.694
<b>Aware of Latent TB</b>						
Yes	209(45.2)	113(54.0)	1.95(1.54-2.47)	<0.001	1.6(1.16-2.2)	0.004
No	253(54.8)	70(27.6)	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Viral Load Results</b>						
0-50ml/copies	183(61.0)	101(55.2)	1.14(0.99-2.03)	0.056	1.23(0.87-1.73)	0.226
51-999ml/copies	63(21.0)	20(31.8)	0.81(0.49-1.33)	0.420	0.93(0.58-1.49)	0.785
≥1000ml/copies	54(18.0)	21(38.8)	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Disclosure</b>						
Yes	324(70.1)	142(43.8)	1.49(0.99-2.22)	0.051	1.1(0.73-1.66)	0.635
No	138(29.8)	41(29.7)	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Distance</b>						
5-10Kms	199(43.2)	58(29.2)	0.56(0.42-0.74)	<0.001	0.71(0.48-1.03)	0.077
11-15Kms	71(15.4)	25(35.2)	0.69(0.48-0.99)	0.047	0.85(0.58-1.24)	0.413
16-20Kms	71(15.4)	39(54.9)	1.08(0.82-1.42)	0.580	1.17(0.94-1.47)	0.154
≥30Kms	120(26.0)	62(51.7)	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Stock Outs</b>						
Yes	11(2.4)	1(9.1)	0.23(0.03-1.46)	0.119	0.15(0.02-0.93)	0.042
No	451(97.6)	184(40.8)	1.0	1.0	1.0	1.0

**Legend, Footnotes:** aPR, adjusted Prevalence Ratios; CI, Confidence Intervals; Reference category, =1.0; P-value <sup>a, b</sup>, statistical significance determined by a generalized linear regression model.

In the multivariate generalized linear regression model, respondents who had knowledge of LTBI were more likely to adhere to IPT compared to those who had no knowledge of LTBI [aPR=1.6; 95% CI (1.16-2.2); P=0.004]. Respondents who experienced IPT stock-outs were less likely to adhere compared to those who experienced no stock-outs [aPR=0.15; 95% CI (0.02-0.93); P=0.042] as shown in [Table 2].

#### **4 DISCUSSION**

Determination of adherence levels and its correlates is integral in informing public health policy, practice, interventions and investments. Studies have shown IPT adherence levels to range from 19% to 90% for both 6 and 9 months regimen [25], [30]. Furthermore, initiation and completion rates vary greatly within and across different populations [24]. In this current study, we established an adherence level of 40% [n=185; 95 C.I (35.6%-44.6%)] among PLHIV initiated on IPT for six months, against a cut off >80% constituted by International Union against Tuberculosis (I.U.A.T) in determining compliance to IPT [38]. Our adherence level (40%) was higher than 33.6% adherence rate established in Uganda [36]. The variation can be attributed to the adoption of a cross-sectional survey as opposed to retrospective cohort study design and use of secondary data in the Ugandan study that more often fail to examine exhaustively all possible covariates of interest. In addition, we used a short regimen of IPT (6months course) to ascertain adherence compared to a long course regimen (9 months of IPT) scenario that might have led to the underestimation of adherence in Uganda.

The level of adherence in this current study was lower compared to results from studies conducted in New York and South Africa that reported adherence rates of 45% and 47.1% respectively [39], [40]. We used primary data for the survey while the New York study adopted a registry that reported some inadequacies. The registry data was deficient in capturing essential information among sub-groups of the homeless population and drug abusers. Exclusion of these variables plus perception on risk on LTBI from the analysis might have overestimated compliance. Moreover, the two studies incorporated directly observed preventive therapy (DOPT), a supportive intervention known to reinforce compliance.

Our level of adherence was much lower than 90.3% and 87% rates reported in Ethiopia and Tanzania respectively [33], [41]. Variation in time points of assessing adherence could be attributed to the high levels of adherence reported in Ethiopia. For instance, in our study, we used six months period as to ascertain adherence level while in Ethiopia, adherence was monitored for seven days without a standard questionnaire<sup>33</sup>. Consistent with a study conducted in South Africa [40], both studies relied solely on self-reports without corroboration with external approaches, a situation that might have underestimated or overestimated adherence level in the two studies. However, adherence levels of 84.5% and 79.7 %, and 81.8% and 73.9% were reported through self-reports and pill counts among PLHIVs with positive tuberculin skin test (TST) and non-tuberculin skin test in Thailand [42]. Differentials in practices including but not limited to TST screening and transport reimbursement, have been demonstrated to augment adherence especially in research settings, a feat that is hardly replicated in routine clinical care [41],[43]. The difference in adherence rates among these studies could be explained further by the lack of a gold standard in determining adherence. Myriad methods unlimited to the number of clinic visits, medication events monitoring (MEMS), self-reports, pill collection, pill counts and urine metabolite (Arkansas) have been used to assess adherence with each yielding different results [44]. It is therefore imperative to use a combination of the above methods to accurately measure adherence and yield plausible results [45].

Notably, respondents who had knowledge of LTBI were more likely to adhere to IPT compared to those without knowledge on LTBI. These findings were consistent with studies that revealed inadequate knowledge, awareness and information pertaining to latent tuberculosis infection as an impediment to adherence [25], [46]. The respondent's knowledge was gauged using a multi-nominal Likert scale to assess the level of awareness, opinions on the severity of the risk and general understanding of variant forms of tuberculosis disease. Knowledge informs decision-making, health-seeking behaviour and an overall improvement in perception, risk appraisal and compliance with therapy<sup>33</sup>. Conversely, inadequate knowledge propagates low-risk appraisal leading to poor health-seeking behaviour and health outcomes. In order to optimize on adherence, all PLHIVs screened for LTBI need to be furnished with necessary information on the treatment of latent tuberculosis infection and its rationale. This can be achieved through advocacy, communication and social mobilization, adoption of educational programs that modify therapeutic behaviour through enhanced adherence counselling or dissemination of information, education and communication (IEC) materials to improve on cognitive barriers that impede adherence [33], [40], [43], [47]. In addition, nuanced approaches that integrate both structural and behavioural intervention, with ancillary methods mainly stepped care model, supplemented with directly observed preventive therapy (DOPT) and cognitive behavioural therapy (CBT) should be incorporated in TB/HIV clinics in order to bridge the gap in knowledge and optimize on adherence. These interventions have been widely used to boost adherence in other novel biomedical interventions [48], [49].

We established that respondents who missed doses of Isoniazid were less likely to adhere to therapy compared to those who did not. Consistent with these findings, operational barriers characterized by the erratic and intermittent supply of IPT

have been demonstrated to promote poor treatment outcomes in studies conducted in Ethiopia and Nairobi Kenya [50], [51]. However, in this current study, we did not conduct a key informant interview that might have solidified this finding. Moreover, a previous study revealed that shortage of IPT and pyridoxine prompted health care providers to devise mechanisms of dispensing pediatric IPT doses to adults that eventually led to bill burden and overall noncompliance [52]. This can be attributed to lack of clarity in the procurement processes, support or commitment among policymakers and program implementers. Therefore, a high level of engagement among stakeholders working with TB/HIV programs aimed at continuous resource mobilization, procurement and monitoring should be reinforced in order to ensure a continuous uninterrupted supply of IPT for successful implementation.

Our study had the following limitations. Adoption of the self-reported method as a way of establishing adherence was not corroborated with other approaches like medication events monitoring (MEMS), pill counts, refill records or pharmacy claims. In addition, in self-reported method, respondents are susceptible to recall and social desirability biases and as a result; the level of adherence could be overestimated or underestimated at the same time. These limitations notwithstanding, self-reports offer advantages of low cost, minimal patient and clinician burden, flexible design that suits individual language capabilities, and ease of data collection in resource-constrained settings [53]. The questionnaire used in data collection incorporated the requisite elements of the Morisky, Green and Levine adherence scale (MGLS), and Tuberculosis Medication Adherence Scale (TBMAS). These approaches have been widely used to ascertain adherence in cases of self-reported medication. Nonetheless, the analysis was not stratified per health facility, as this would elicit adherence dynamics in each hospital. We assessed IPT adherence for six months as compared to other studies and since there are limited studies done in these settings, findings from this study can be extrapolated in other programmatic areas in Kisumu County and be used as a baseline for program strengthening and practice.

## 5 CONCLUSION

The level of adherence to IPT among PLHIV is sub-optimal despite scale-up of TB/HIV collaborative activities. Knowledge of latent tuberculosis infection and IPT stock-outs were significantly associated with adherence. Adoption or tailoring of ancillary approaches including but not limited to advocacy, communication and social mobilization, enhanced adherence counselling and dissemination of information, education and communication materials could optimize adherence. In addition, relevant stakeholders need to ensure uninterrupted supply of IPT and related commodities in order to avoid shortages. Future studies need to examine the underlying factors associated with high levels of non-adherence among PLHIV initiated on IPT in these settings.

## ACKNOWLEDGEMENT

We would like to acknowledge the County Government of Kisumu through the Director of Health Services for granting us permission to conduct the study in the three facilities, Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral ethics and review committee for expedited review and amendments, clinical staffs, research assistants and above all our respondents for their cooperation.

## REFERENCES

- [1] Hussain H, Akhtar S, Nanani D. Prevalence of and risk factors associated with Mycobacterium tuberculosis infection in prisoners, North-West Frontier Province, Pakistan. *Int J Epidemiol*. 2003; 32(5):794–799.
- [2] Kwan CK, Ernst J. HIV and tuberculosis: a deadly human syndemic. *Clin Microbiol Rev*. 2011; 24((2)):351±376.
- [3] Lucas SB, Hounnou A, Peacock C, Beaumel A, Djomand G, N'Gbichi JM. The mortality and pathology of HIV infection in a West African city. *AIDS*. 1993; 7((12)):1569±1579.
- [4] WHO. Global tuberculosis control: a short update to the 2010 Report. December 2009. Geneva, Switzerland, World Health Organization. 2010.
- [5] Elizabeth LC, Watt C, Neff W, Maher D, Williams B, Raviglione. The growing burden of tuberculosis: global trends and interactions with the HIV epidemic. *Arch Intern Med*, PubMed: 12742798. 2003; 163:1009–1021.
- [6] WHO. Global Tuberculosis Report 2014 Geneva, Switzerland. 2014.
- [7] MOH. Kenya Tuberculosis Prevalence Survey. National Tuberculosis Leprosy and Lung Diseases. 2016.
- [8] KAIS. Response Progress Report. 2014.
- [9] MOH. Kenya Division of Leprosy, Tuberculosis and Lung Disease Annual Report. 2014.
- [10] WHO. Guidelines for Intensified Case-Finding and Isoniazid Preventive Therapy for People Living with HIV in Resource-Constrained Settings. 2011.
- [11] JoAnne MT, John C, JoAnne LF. Latent tuberculosis: mechanisms of host and bacillus that contribute to persistent infection. *The Lancet Infectious Diseases*. 2003.

- [12] Pai M, Joshi R, Dogra S, Mendiratta D, Narang P, Dheda K,;. Persistently elevated T cell interferon-gamma responses after treatment for latent tuberculosis infection among health care workers in India: a preliminary report. *J Occup Med Toxicol*. 2006; 1(7).
- [13] Barry CE, Boshoff HI, Dartois V. The spectrum of latent tuberculosis: rethinking the biology and intervention strategies. *Nat Rev Microbiol*. 2009; 7:845–855.
- [14] Lin PL, Flynn JL. Understanding latent tuberculosis: a moving target. *J Immunol*. 2010; 185:15–22.
- [15] Mack U, Migliori GB, Sester M, Rieder HL, Ehlers S, Goletti D. LTBI:latent tuberculosis infection or lasting immune responses to M. Tuberculosis? A TBNET consensus statement. *Eur Respir J*. 2009; 33(5):956–973.
- [16] Lillebaek T, Dirksen A, Baess I, Strunge B, Thomsen VO, Andersen AB. Molecular evidence of endogenous reactivation of *Mycobacterium tuberculosis* after 33 years of latent infection. *J Infect Dis*. 2002; 185:401–404.
- [17] Elizabeth LC, Watt CJ, Walker N, et al. The Growing Burden of Tuberculosis: global trends and interactions with the HIV epidemic. *Arch Intern Med*. 2014; 163(9):1009–1021.
- [18] Egger M, May M, Chene G, Phillips AN, Ledergerber B, Dabis F. Prognosis of HIV-1-infected patients starting highly active antiretroviral therapy: a collaborative analysis of prospective studies. *Lancet*. 2002(360):119–129.
- [19] Lawn SD, Badri M, Wood R. Tuberculosis among HIV-infected patients receiving HAART: long-term incidence and risk factors in a South African cohort. *AIDS*. 2005; 19(18):2109–2116.
- [20] WHO. Guide Lines for Implementing Collaborative TB and HIV Programme Activities, World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2003.
- [21] NTLD-P. The Kenya National Tuberculosis Leprosy and Lung Disease Program (NTLD-P) Annual report. 2015.
- [22] Rangaka MX, Wilkinson RJ, Boulle A, et al. Isoniazid plus antiretroviral therapy to prevent tuberculosis: a randomized double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2014; 384((9944)):682–690.
- [23] Hirsch-Moverman Y, Daftary A, Franks J, Colson P, W., Adherence to treatment for latent tuberculosis infection: a systematic review of studies in the US and Canada. *Int J Tuberc Lung Dis* 2008; 12:1235–1254.
- [24] Andreas S, Marije VN, Femke VK, Anke S, Anouk OS, Marieke JW. Initiation and completion rates for latent tuberculosis infection treatment: a systematic review. *BMC Infectious Diseases*. 2016; 16(204).
- [25] Fred KS, Graham S, Horsburgh C, Bernardo J, Murphy C, Predicting non-completion of treatment for latent tuberculous infection: a prospective survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174:717–721.
- [26] Shukla SJ, Warren DK, Woeltje KF, Gruber CA, Fraser VJ. Factors associated with the treatment of latent tuberculosis infection among health-care workers at a Midwestern teaching hospital. *Chest*. 2002; 122:1609–1614.
- [27] WHO. Global tuberculosis control: surveillance, planning, financing. Geneva, Switzerland. WHO Press Report. 2008.
- [28] Jasmer RM, Saukkonen JJ, Blumberg HM, et al. Short-course rifampin and pyrazinamide compared with isoniazid for latent tuberculosis infection: a multicenter clinical trial. *Ann Intern Med*. 2002; 137(8):640–647.
- [29] Trajman A, Long R, Zylberberg D, Dion MJ, Al-Otaibi B, Menzies D, Factors associated with treatment adherence in a randomised trial of latent tuberculosis infection treatment. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2010; 14(5):551–559.
- [30] WHO Three I's meeting: intensified case finding (ICF), isoniazid preventive therapy (IPT) and TB infection control (IC) for people living with HIV. Report of a Joint World Health Organization HIV/AIDS and TB Department meeting. 2–4 April 2008, Geneva, Switzerland. Geneva, Switzerland. 2008(WHO, 2008).
- [31] NTLD-P. The National Tuberculosis Leprosy and Lung Disease Program on Isoniazid preventive therapy in Kenya. 2016.
- [32] MOH. Kenya National Tuberculosis Leprosy and Lung Disease Program (NTLD-P). 2015.
- [33] Ayele AA, Atnafie SA, Balcha DD, et al. Self-reported adherence and associated factors to isoniazid preventive therapy for latent tuberculosis among people living with HIV/AIDS at health centers in Gondar town, North West Ethiopia. *Patient Preference and Adherence*. 2017; 11:743–749.
- [34] Geiter L. The Elimination of Tuberculosis in the United States. Washington, DC: National Academy Press, Ending Neglect. 2000.
- [35] Israel DG. Determining Sample Size. Fact Sheet PEOD. PubMed | Google Scholar. 1992; 6.
- [36] Namuwenge PM, Mukonzo JK, Kiwanuka N, Wanyenze R, Byaruhanga R, Bissell K. Loss to follow up from isoniazid preventive therapy among adults attending HIV voluntary counselling and testing sites in Uganda. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2012; 106(2):84–89.
- [37] Carlos Antônio STS, Rosemere LF, Nelson FO, et al. Estimating adjusted prevalence ratio in clustered cross-sectional epidemiological data. 8. 2008; 80.
- [38] Tuberculosis. IUAT. Efficacy of various durations of isoniazid preventive therapy for tuberculosis: five years of follow-up in the IUAT trial. *Bull World Health Organ*. 1982; 60:555–564.
- [39] Li J, Munsiff SS, Tarantino T, Dorsinville M. Adherence to treatment of latent tuberculosis infection in a clinical population in New York City. *Int J Infect Dis*. 2010; 14 (4):292–297.
- [40] Rowe K, Makhubele J, Hargreaves R. Adherence to TB preventive therapy for HIV-positive patients in rural South Africa: implications for antiretroviral delivery in resource-poor settings? *Int J Tuberc Lung Dis*. 2005; 9(3):263–269.

- [41] Munseri PJ, Talbot EA, Mtei L, Von RCF. Completion of isoniazid preventive therapy among HIV-infected patients in Tanzania. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2008; 12(9):1037–1041.
- [42] Hiransuthikul N, Nelson KE, Hiransuthikul P, Vorayingyong A, Paewplot R. INH preventive therapy among adult HIV-infected patients in Thailand. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2005; 9(July 2004):270–275.
- [43] Grace AS, Candida M, Said A, Muhammad B, Ferdinand MM. Acceptability and adherence to Isoniazid preventive therapy in HIV-infected patients clinically screened for latent tuberculosis in Dar es Salaam, Tanzania. *BMC Infectious Diseases.* 2015; 15(368).
- [44] Getahun H, Granich R, Sculier D, et al. Implementation of isoniazid preventive therapy for people living with HIV worldwide: barriers and solutions. *AIDS.* 2010; 24 (5):57–65.
- [45] Kan B, Kalin M, Bruchfeld J. Completing treatment for latent tuberculosis: patient background matters. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2013; 17 (5):597–602.
- [46] Nyamathi AM, Christiani A, Nahid P, Gregson P, Leake B. A randomized controlled trial of two treatment programs for homeless adults with latent tuberculosis infection. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2006; 10:775–782.
- [47] Mindachew M, Deribew A, Tessema F, Biadgilign S, Predictors of adherence to isoniazid preventive therapy among HIV positive adults in Addis. *BMC Public Health.* 2011; 11(1):916.
- [48] Aaron JB, Peter PE, Kenneth HM, Steven AS. Optimizing Adherence to Pre-exposure and Post-exposure Prophylaxis: The Need for an Integrated Bio-behavioral Approach *Clinical Infectious Diseases.* 2015; 60 (3):187-190.
- [49] Taylor SW, Christina P, David WP, et al. “Life-Steps” for PrEP Adherence: Demonstration of a CBT-Based Intervention to Increase Adherence to Pre-exposure Prophylaxis (PrEP)..., Cognitive and Behavioral Practice. *Cognitive and Behavioral Practice.* 2016; 24 (1):38-49.
- [50] Gebrehiwot T, Tsigemariam T, Befikadu L, Kiros T, Eveline K. Barriers in the implementation of isoniazid preventive therapy for people living with HIV in Northern Ethiopia: a mixed quantitative and qualitative study. *BMC.* 2016; 16(840).
- [51] Elvis OAW, Martin. Atela. Ejemai E, Latifat I. Factors affecting the acceptability of isoniazid preventive therapy among healthcare providers in selected HIV clinics in Nairobi County, Kenya: a qualitative study. *BMJ Open.* 2018; 8.
- [52] Berhe M, Demissie M, Tesfaye G. Isoniazid Preventive Therapy Adherence and Associated Factors among HIV Positive Patients in Addis Ababa. Ethiopia. *Adv Epidemiol.* 2014:1–6.
- [53] Simoni JM, Kurth AE, Pearson CR. Self-report measures of antiretroviral therapy adherence: a review with recommendations for HIV research and clinical management. *AIDS Behav.* 2006; 10 (20):227–245.

## Évaluation du niveau de l'usage des méthodes actives en zoologie au degré terminal des écoles primaires adventistes de la ville de Goma : 2012-2013

### [ Evaluation of the level of use of active methods in zoology at the terminal level of Adventist primary schools in the city of Goma : 2012-2013 ]

*Albert RUKUNDO NDISEBUYE<sup>1</sup> and Emmanuel KANYESHURI RWAGASIBIRA<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Assistant, ISP- GOMA, RD Congo

<sup>2</sup>Assistant, ISP-MATANDA, RD Congo

Copyright © 2019 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:** Active methods of use level evaluation in zoology at Goma primary school prove that they are confused the way used and consequently they are less controlled by degree terminal teachers.

**KEYWORDS:** Evaluation, Active methods use.

**RESUME:** L'évaluation du niveau d'usage des méthodes actives en zoologie dans les écoles primaires adventistes de la ville de Goma prouve qu'elles sont utilisées de façon confondue et par conséquent, elles sont moins maîtrisées par les enseignants du degré terminal.

**MOTS-CLEFS:** Évaluation, utilisation de méthodes actives.

#### 1 PROBLEMATIQUE

La situation en République Démocratique du Congo qui fait l'objet de la réalisation de ce travail de recherche est celle d'une école qui a du mal à se défaire des méthodes traditionnelles, méthodes reposant essentiellement sur les apprentissages par cœur caractérisés par l'autorité, la discipline, la sanction, l'enseignement livresque, le verbalisme, le formalisme. La situation de l'apprenant dans ce contexte se caractérise généralement par l'apathie ou manque d'intérêt.

Malgré les efforts qui sont fournis dans le sens de la modernisation du système éducatif et tous les textes officiels qui encouragent une révolution de la pédagogie active, rien n'est fait concrètement.

Malgré l'existence d'arrêtés et des manuels qui exigent l'initiation de l'enfant à l'esprit critique, les méthodes actives qui garantissent cette initiation ne sont pas toujours prises en compte par beaucoup d'enseignants dans leurs pratiques pédagogiques quotidiennes.

Viviane et De Landsheere (1978, p.5) affirment que savoir où l'on veut aller facilite considérablement l'inadéquation de ce dont on dispose ou que l'on choisit.

A ce sujet, le Professeur Mokonzi (2009, p. 79) rapporte une recherche très récente effectuée par Yangoy, au terme de laquelle le chercheur a constaté que l'enseignement congolais se maintient au centre de l'action éducative et son style est dominé par la transmission des connaissances d'une manière magistrale.

L'auteur décrit combien de fois l'enseignement par sa démarche appropriée ou non, peut guider ou égarer l'apprenant tout comme le chasseur guide son chien de chasse, l'enseignant doit aussi, mieux jouer son rôle, posséder la « carte et la boussole ». Cela suppose les procédures, les techniques et les méthodes dûment choisies pour aboutir à des bonnes évaluations sans naufrage.

A leur tour, Macaire (1979, p. 56) et Scaillet (2007, p. 51), considèrent que « l'enseignant qui s'impose par la crainte se fait détendre. Il incite de sa nature, qu'aussi longtemps que le maître se montre tyran l'enfant ne se soumet pas ; mais devient un être révolté.

Enseigner, aujourd'hui, est une tâche beaucoup plus vaste et complexe et se résume en ces mots : faciliter l'apprentissage des élèves. Le rôle de l'enseignant est de varier les conditions dans lesquelles se trouvent les élèves pour répondre le mieux possible à leurs besoins du point de vue de leur apprentissage. C'est ainsi que Freinet cité par Pager (2010, p. 118), stipule qu'enseigner signifie « faire émerger les questions et accompagner les élèves dans la recherche des réponses » et c'est pour l'élève d'éprouver du plaisir pour agir.

Dans son ouvrage intitulé « De la médiocrité de l'école congolaise à l'école de l'excellence au Congo Kinshasa » (2009, pp 79-80). Dans cet ouvrage, il estime « qu'aujourd'hui comme à l'époque coloniale, la relation entre enseignant et élève congolais est essentiellement verticale, fondée sur le fait que l'enseignant est celui qui sait et l'élève est celui ne sait pas. L'enseignement se réduit dans ce cas, à des communiqués que le premier fait et que le second enregistre. Les enseignants se transformant ainsi en des prédicateurs et des prêtres dans les cathédrales et les chapelles ». Ainsi il est remarqué dans les classes congolaises, l'emploi étendu de la méthode interrogative, on y est donc loin des méthodes actives.

Actuellement le processus par transfert ne pouvait que vivifier la pédagogie active ; que si les enseignants, leurs enseignements, répond aux exigences actuelles mettant l'enfant au centre de son éducation (Avanzini, 1976, p. 103).

En outre, il requiert l'abandon des méthodes de communication pédagogique qui rendent l'apprenant l'objet de sa formation, des méthodes qui sont malheureusement trop en vogue dans le système éducatif de la RDC.

Le rôle de l'enseignant doit être tout simplement celui de créer des conditions propices pour l'apprentissage de l'élève, pour que celui-ci puisse construire lui-même son savoir, savoir-faire, son savoir-être e savoir devenir (Mokonzi, 2009, pp 124-125), car dans l'emploi des méthodes actives, l'intervenant n'est plus le maître, ne possède pas forcément le savoir, il est un guide intervenant le moins possible sur le fond et surtout pour aider la mise en forme ; c'est plutôt un catalyseur, un facilitateur d'émergence.

La méthode active insiste sur le travail en groupe, l'activité peut porter sur le savoir et le savoir-faire, mais surtout elles développent le savoir-être.

Claparède trouve chez Dewey un appui à ses propres réflexions pour une éducation qu'il qualifie de « fonctionnelle », celle qui apprend le besoin de l'enfant, son intérêt à atteindre un but comme levier de l'activité qu'on désire éveiller chez lui.

Pour Dewey, il faut plutôt mettre les enfants en situation d'apprentissage et des activités de façon à ce que les procédures de contrôle de ce que fait tel enfant, réduise au minimum les interventions autoritaires du maître. Ceci différencie l'école nouvelle de l'école traditionnelle.

L'emploi des méthodes actives est fruit d'une série d'actions et des réactions entre les élèves. Le développement du sens social implique la communication, la collaboration, l'entraide, la coopération et l'intérêt mutuel. L'enfant doit apprendre par action.

Dans cette optique, la pédagogie doit susciter chez l'enfant un esprit critique. Pour atteindre cette finalité, l'éducation doit mettre en œuvre une pratique pédagogique reposant sur les méthodes qui visent à développer le jugement de l'enfant.

Pour ce faire, il y a lieu de se poser les questions ci-après : - Les enseignants du degré terminal appliquent-ils réellement les méthodes actives dans l'enseignement-apprentissage en Zoologie pour des bons rendements scolaires ? -Les enseignants du degré terminal des écoles primaires adventistes de la Ville de Goma sont-ils informés des méthodes et des techniques à exploiter en zoologie au cours de leur processus enseignement-apprentissage ?

Notre travail se donne comme objectifs de déterminer le niveau du recours aux méthodes actives ; évaluer le niveau de connaissance et de maîtrise des méthodes actives pour un bon rendement en vue d'une éventuelle amélioration du processus enseignement-apprentissage tout en appelant les acteurs pédagogiques des classes terminales des écoles primaires adventistes de la ville de Goma d'intégrer ces méthodes actives dans leurs pratiques pédagogiques quotidiennes ; en fin, mettre en évidence les méthodes actives dans l'enseignement-apprentissage de la Zoologie en RDC en Général et de la ville de Goma en particulier.

Cela étant, les résultats de notre recherche aideront les acteurs scolaires à bien saisir le rôle des méthodes actives dans leurs pratiques pédagogiques afin de pousser notre système d'aller vers l'excellence.

Dans le but d'appréhender notre problématique, nous avons émis des hypothèses ci-après :

- Les méthodes exploitées en zoologie au degré terminal seraient connues mais non maîtrisées par les enseignants des écoles primaires adventistes de la Ville de Goma,
- Nous estimons à priori que les enseignants du degré terminal des écoles primaires adventistes confondraient les méthodes actives avec celles dites traditionnelles.

Notre recherche aura pour importance d'amener les éducateurs de la ville de Goma à intégrer, effectivement, dans leurs pratiques de classes, les méthodes actives qui sont garantes de l'autonomie et de la conscience des apprenants, les amenant

ainsi à une école atelier. Le but ultime étant de parvenir finalement à rompre avec les méthodes dites traditionnelles et adopter l'utilisation des celles dites nouvelles centrées sur l'enfant.

En ce qui concerne les concepts-clés de notre recherche, il sied de signaler que quelques concepts ont été pris en compte :

## **1. L'évaluation**

L'évaluation est l'estimation de la valeur du nombre de l'importance ou de la grandeur du nombre des choses. Elle consiste à mesurer le niveau d'exécution d'efficacité du système d'enseignement par rapport aux objectifs poursuivis.

L'évaluation apparaît comme une pratique fondamentale dans tout système de formation. Evaluer, au sens le plus général du terme, signifie attribuer une valeur à un objet. Dans le domaine scolaire, il s'agit des productions des élèves dans les différentes matières qui sont évaluées. Action d'évaluer, c'est-à-dire attribuer une valeur à quelque chose : événement, situation, individu, produit...

Tout formateur doit remplir deux grands rôles sociaux : celui de pédagogue quand il facilite les apprentissages) et celui de sélectionneur, (quand il attribue des notes et fait passer des examens). À chacun de ces rôles sociaux correspond un type d'évaluation.

Comme il est évident qu'on évalue toujours dans le but de prendre une décision, c'est la nature de la décision à prendre qui permet de distinguer deux types d'évaluation, à savoir : l'évaluation sommative et l'évaluation formative.

- L'évaluation sommative : Évaluation ayant pour but de sanctionner (positivement ou négativement) une activité d'apprentissage, afin de comptabiliser ce résultat en vue d'un classement ou d'une sélection. Tous les formateurs connaissent ce type d'évaluation, puisque tous (ou presque) mettent des notes sur 20. Tous font des sommes (d'où le nom de sommative) et des moyennes, afin de certifier que l'élève X est bien compétent dans telle ou telle discipline. [...]

Lorsque le pédagogue évalue ainsi, lorsqu'il met une note qui compte dans la moyenne, etc., il joue essentiellement le rôle d'agent de l'institution, le rôle de sélectionneur. L'évaluation sommative est donc l'évaluation qui correspond à la fonction de sélection.

- L'évaluation formative : Évaluation ayant pour but d'informer l'apprenant, puis l'enseignant, du degré d'atteinte des objectifs. Cette évaluation ne doit jamais donner lieu à l'attribution d'une note sur 20, ou à quelque sanction que ce soit.

L'évaluation formative est conçue de manière différente selon que l'on se situe dans le cadre de référence de la pédagogie de la maîtrise ou dans celui de la pédagogie différenciée.

- Soit l'évaluation formative est envisagée à partir d'un cadre de référence voisin de l'approche systémique, laquelle fait de l'organisation et de la gestion du curriculum l'élément central de la formation - on se situe alors dans le courant dit de la pédagogie de la maîtrise (où le système est premier par rapport à l'individu);

- Soit l'évaluation formative est envisagée à partir d'un cadre de référence qui, sans oublier l'organisation générale du système, fait du repérage, de la mise jour, de l'identification et de l'analyse des difficultés cognitives de chaque apprenant, l'élément central du système de formation - on se situe alors dans le courant dit de la pédagogie différenciée (où l'individu est premier par rapport au système).

C'est traditionnellement l'enseignant, car son statut dans le groupe l'autorise, qui assumer la fonction de régulateur. Mais ne pourrait-on pas permettre plus souvent, plus systématiquement, à l'apprenant de participer plus activement à l'évaluation de ses performances ?

Une évaluation formative bien conçue (par le professeur) permet à l'apprenant de prendre conscience de ses difficultés, de ses erreurs, de ses hésitations, de ses dépassements, de ses progrès, de ses réussites enfin.

L'évaluation formative est un allié puissant vers l'autonomie, car elle stimule la prise de conscience et l'analyse de ses actions, c'est-à-dire la métacognition.

Retour d'information permanent pour la correction des conduites, l'évaluation formative restaure la confiance et l'intérêt dans la relation éducative, elle impose au pédagogue de revenir à des conduites d'aide et de facilitation, et en éliminant le stress de la mauvaise note, elle permet à l'élève de ne pas finir l'année dégoûtée par la matière qu'on lui enseigne. Cette approche contractuelle, définissant un rapport au savoir différent pour l'élève et pour le maître contribue à installer dans la classe des interactions plus riches, plus positives, et à terme, plus efficaces.[...] Le feed-back est l'un des éléments clés de l'action [...] il favorise la dynamique des apprentissages, il faut en user le plus souvent possible à titre de régulation.



- L'évaluation formatrice : Concept développé par Georgette Nunziati lors d'une recherche à l'université d'Aix-Marseille pour désigner une forme particulière de l'évaluation formative. L'évaluation « formatrice » pose comme point de départ que les instruments privilégiés de la construction des apprentissages sont :

- L'appropriation par les élèves des critères d'évaluation des enseignants,
- L'autogestion des erreurs,
- La maîtrise des processus d'anticipation et de planification de l'action.

Si vous souhaitez expérimenter l'évaluation formatrice, il faut :

- Préciser de manière drastique les critères d'évaluation que vous souhaitez appliquer,
- Entreprendre un travail « d'appropriation » de ces critères d'évaluation par vos élèves : par exemple, distribuer, avant le travail, des copies déjà corrigées d'un groupe différent (rédactions par exemple), puis

Effectuer avec les élèves, une analyse des corrections de ces copies.

- S'astreindre pour chaque copie que l'on rend à fournir un commentaire comportant autant de points positifs que de points négatifs. - faire construire individuellement par chaque élève une carte d'étude du type: L'évaluation formatrice doit se concevoir comme un véritable « système d'enseignement/apprentissage » dont les finalités sont les mêmes que dans les modèles classiques (acquisition de savoirs opérationnels et développement de l'autonomie, pour ne citer que celles-là), mais qui se donnerait les moyens de parvenir à ces fins grâce à une instrumentation pédagogique particulièrement rigoureuse. L'évaluation formatrice [...] place l'apprenant [...] en tant qu'acteur de son propre apprentissage et des régulations afférentes. Les responsabilités classiques de l'enseignant (évaluation, remédiation, régulation) sont maintenant partagées par l'apprenant (autoévaluation, autogestion des erreurs, autorégulation), ce qui augmente considérablement l'efficacité du système. [...]
- Pour Mokonzi (2009, p. 85), l'évaluation ou contrôle de l'enseignement constitue un moment de règlement de compte pour certains enseignants et véritable trauma pour beaucoup d'élèves et étudiants, et pour d'autres, elle est aussi et souvent un moment de vaches grasses alors qu'ils plus que négligés pendant la période d'apprentissage, ces derniers semblent subitement reconquérir de la considération pendant les examens.
- Cardinet (1988, pp. 15-16) quant à lui, souligne que « l'évaluation vise à différencier les apprenants ; elle désigne les bons et les mauvais ». Elle est à ce niveau psychométrique alors que l'évaluation pédagogique doit être éducatrice.

Dans son même ouvrage, à sa page 5, il signale que plus on pénètre dans le domaine de l'évaluation, plus on prend conscience du caractère encyclopédique de notre ignorance, plus nos certitudes sont remises en question.

## 2. Méthodes d'enseignement

La méthode est l'ensemble de démarches que suit l'esprit pour découvrir et démontrer la vérité dans la science. C'est aussi une action du formateur destinée à susciter chez la personne en formation, un comportement d'apprentissage déterminé.

Palmade (1988, pp. 49-92), les méthodes d'enseignement se subdivisent en quatre groupes :

- a. Les méthodes dites traditionnelles : Elles sont celles qui se fondent en partie sur l'intuition et d'un autre côté didactique sur le principe autoritaire,
- b. Les méthodes optimistes : Celles qui prétendent former en faisant une entière confiance à la nature de l'enfant en la laissant se développer dans une liberté. L'enfant devient déterminant en pédagogie.
- c. Les méthodes adaptées à l'enfant : Celles proposées par Montessori, Decroly, Parkhurst,... Pour ces auteurs, il s'agit par exemple de l'enseignement mutuel de la méthode de projet et des méthodes complexes, de la méthode de Self-government et auto-gestion, de la méthode de travail par groupes, méthode de Freinet, la méthode Winnetka, les méthodes actives, etc.
- d. Les méthodes fondées sur la vie sociale de l'enfant : Ce sont des méthodes qui veulent que l'enfant s'exerce directement à la vie sociale et qu'il expérimente à travers les groupes d'élèves constituant des réalités vivantes.

Pour Pelpel, (1993, p. 52), une méthode apparaît comme certaine manière d'organiser la pratique d'enseignement, une manière particulière de gérer le triangle pédagogique.

Les méthodes pédagogiques se définissent comme un ensemble des démarches formalisées et appliquées selon des principes définis pour acquérir un ensemble de savoirs conforme à des objectifs pédagogiques. Elles sont différenciées en fonction des objectifs, des contenus et peuvent être présentées sous forme des typologies suivantes :

- Les méthodes affirmatives (expositives et démonstratives),
- Les méthodes interrogatives, les méthodes expérimentales et les méthodes actives ; qui ont une vision globale de l'ensemble des paramètres pédagogiques (objectifs-contenus-méthodes, activités-formateur-activités des élèves-ressources, formateurs-ressources des élèves évaluateurs et gestion du temps ; pour une démarche organisée au tour des méthodes, techniques et d'autres moyens mis en œuvre par le formateur pour atteindre un objectif pédagogique.

Pour ce qui concerne la typologie des méthodes, Pelpel (1993, pp. 52-61), en distingue trois, correspondant chacune à la valorisation de l'un des sommets du triangle pédagogique et n'ont ni les mêmes caractéristiques, ni tout à fait les mêmes objectifs. Il s'agit de :

- Méthode centrée sur l'action de l'enseignant qui consiste à valoriser les pôles enseignants et corrélativement à minorer la relation que l'élève pourrait entretenir directement avec le savoir, on la nomme des différentes manières à savoir : méthode magistrale, méthode appelée parfois dogmatique, et enfin elle est qualifiée de méthode traditionnelle,
- Méthode centrée sur l'activité des élèves avec l'ambition de mettre en interaction dans une activité commune avec l'enseignant, l'élève et le savoir. On l'appelle parfois méthode active, méthode nouvelle et enfin méthode appropriative ou de découverte,
- Méthode centrée sur le contenu et l'interaction efficace où l'élève se rapporte directement à un savoir préparé à son intention ; la relation à l'enseignant l'élève devient non essentiel. L'élève fait son profit par le biais d'une technique appropriée. On l'appelle aussi méthode positive ou scientifique.

#### a) Méthodes Affirmatives

Elles sont des méthodes où le formateur dispense les connaissances et l'élève assimile ; il doit aussi contrôler par vérification du savoir ou de savoir-faire, c'est-à-dire le feed-back et enfin le renforcement est attendu du contrôle, il est souvent plus négatif que passif si l'enseignant ne montre pas l'attitude d'aide.

Lorsque l'information est écrite ou orale, il s'agit des méthodes expositives. Dans ce cas l'enseignant est le mécanisme de la pensée et l'élève apprend parfois par cœur, le formateur en vérifie la mémorisation, l'élève prend parfois des notes pendant l'exposé à des interrogations de sondage après un exposé.

Quand l'information est gestuelle ; il s'agit des méthodes démonstratives où le formateur présente une opération, il montre chaque phase en expliquant comment faire, avec quoi, il montre en expliquant pourquoi on fait ainsi, il fait expliquer le pourquoi après et l'apprenant s'entraîne ensuite.

Schéma de communication en méthodes affirmatives peut se présenter comme suit :

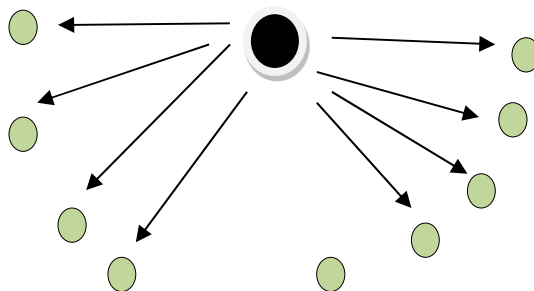


Fig. 1. Réseau de communication en méthodes affirmatives

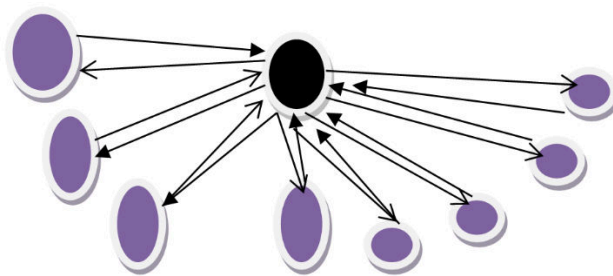
Il ressort de ce schéma ci-dessus que l'enseignant tient le monopole de la parole soit en exposant, soit en démontrant l'information. Mais ici, la vérification du savoir peut occasionner le feed-back. Retenons que dans ces méthodes, l'apprenant apprend par cœur (mémorisation).

#### b) La Méthode Interrogative

C'est une méthode où l'intervenant est le maître qui possède en lui les éléments de connaissances de départ qui lui permet de découvrir certaines vérités globales par les questions appropriées du formateur. Les moyens de la méthode interrogative :

- Questionnement-décisions et réponses du formateur en fonction des réponses de l'apprenant,
- Contrôle par un feed-back consistant et rapide facilitant l'expression,
- Renforcement plus positif que négatif par l'orientation vers la bonne réponse.

Ainsi la communication en méthode interrogative se fait comme suit :



**Fig. 2. Schéma de réseau de communication en méthode interrogative**

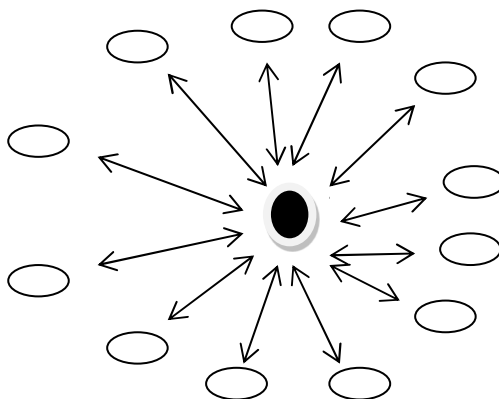
Le schéma ci-dessus montre que les questions posées par l'enseignant sont réflexives ; c'est-à-dire qu'il y a échange entre l'enseignant et l'apprenant qui permet à ces derniers de découvrir eux-mêmes, à l'aide de l'enseignant, la nouvelle matière. Cette forme d'enseignement crée le feed-back dans la classe.

### c) La Méthode Expérimentale

La méthode expérimentale se distingue de l'observation par une intervention active destinée à provoquer, dans des conditions définies, les phénomènes à étudier. Au travers l'analyse des phénomènes étudiés, l'élève, avec l'accompagnement du formateur, cherche à identifier les théories, les méthodologies. C'est donc une méthode de recherche par laquelle le chercheur contrôle et manipule délibérément les variables afin de cerner s'il existe entre elles des relations significatives.

Dans cette méthode, la préparation pour le formateur de la situation de départ sous-forme d'expérience à réaliser, possibilité d'aide ou de rectification pendant ou après le travail personnel du formateur ; découpage éventuel en plusieurs tranches de difficultés croissantes sans obligation de programme.

Dans cette méthode, le réseau de communication se présente de la manière suivante :



**Fig. 3. Schéma de réseau de communication en méthode expérimentale**

Le schéma ci-dessus montre que l'enseignant laisse la liberté à chaque élève d'agir personnellement devant une connaissance nouvelle à apprendre. Bref, l'élève apprend par essai et erreur ; l'enseignant peut aider ou rectifier pendant ou après le travail personnel du formé.

### d) Les méthodes actives

Comme le souligne Pelpel (1993, p. 57), dans la méthode active les élèves ne sont plus exclusivement tributaires de l'activité de l'enseignant ; ce qu'ils apprennent résulte pour une grande partie de l'activité qu'ils déploient eux-mêmes.

## **1. Caractéristiques des méthodes actives**

Dans ces méthodes, la connaissance n'est apprise et le formé n'atteint sa plénitude que s'il apprend :

- Par sa propre activité avec engagement personnel et motivation intrinsèque,
- En groupe coopératif et participatif,
- En poussant l'activité jusqu'à son terme sous la forme d'action-expérience, et l'intervenant n'est plus le maître, car il ne possède pas forcément le savoir ; c'est un guide, intervenant le moins possible surtout pour aider la mise en forme.

Les principes des méthodes actives sont les mêmes que la méthode expérimentale mais avec insistance sur le travail en groupe. L'activité peut porter sur le savoir et le savoir-faire mais surtout, les méthodes actives développent le savoir-être, et la mémorisation est facilitée par l'échange, l'activité et la découverte personnelle. Ainsi, durant les phases d'apprentissage, le formateur peut utiliser différentes méthodes pédagogiques ci-dessous :

- a) Méthodes affirmatives qui sont expositives et démonstratives. Elles sont expositives quand l'enseignant doit expliquer ce qu'il faut savoir et démonstrative lorsque le formateur doit démontrer ce qu'il faut faire ;
- b) Méthodes participatives qui sont aussi interrogatives. Elles sont interrogatives quand le maître questionne pour faire découvrir individuellement ; expérimentale quand il doit faire réaliser une expérience, une manipulation dont la nature est significative par rapport à la connaissance à transmettre à l'élève ;
- c) Méthodes centrées sur l'élève : Lorsque le formateur divise la classe en groupes et sous-groupes pour réaliser le travail en s'organisant librement. Ces méthodes centrées sur l'apprenant sont des méthodes didactiques exigeant l'activité, la contribution des apprenants. Le fait que ces méthodes mettent en jeu l'activité pratique ne nous donne pas une définition des méthodes actives au sens propre du terme. C'est dans un sens d'initiative personnelle, de créativité et de découverte qu'il faut entendre l'activité qui doit se manifester dans l'utilisation des méthodes actives.

La caractéristique principale de méthodes actives est celle de créer un milieu éducatif (dont l'enseignant fait partie) qui permet aux apprenants d'apprendre d'une manière plus directe, plus autonome, plus efficace et plus attrayante.

## **2. Avantages des méthodes actives**

Pepel (1993, p. 59) présente quelques avantages de ces méthodes qui peuvent se regrouper autour de trois thèmes :

- **L'intérêt et la motivation** : L'activité est investie par ceux qui s'y reviennent et elle a un sens pour eux, ici et maintenant, au lieu que ce soit plus tard ;
- **L'autonomie et l'initiative** : La dépendance par rapport à l'enseignant et moindre dans l'apprentissage, et par conséquent, la formation est meilleure ;
- **Le développement des relations entre les élèves, ainsi que des relations plus riches avec l'enseignant sont plus tissées.**

## **3. Difficultés de ces méthodes**

Du côté des difficultés, on peut également retenir trois thèmes principaux :

- Ce sont des méthodes délicates à mettre en œuvre et qui demandent à l'enseignant plus de travail à tous les niveaux : celui de préparation, celui de la réalisation et celui de l'évaluation,
- Ce sont des méthodes coûteuses en temps..., alors que l'enseignant se plaint souvent d'en manquer, compte tenu de leur approche des contenus, elles sont moins économiques que les méthodes traditionnelles,
- Elles supposent sans doute la décision d'un nombre de conditions, parmi lesquelles on peut ranger les effectifs, l'organisation de l'enseignement,...

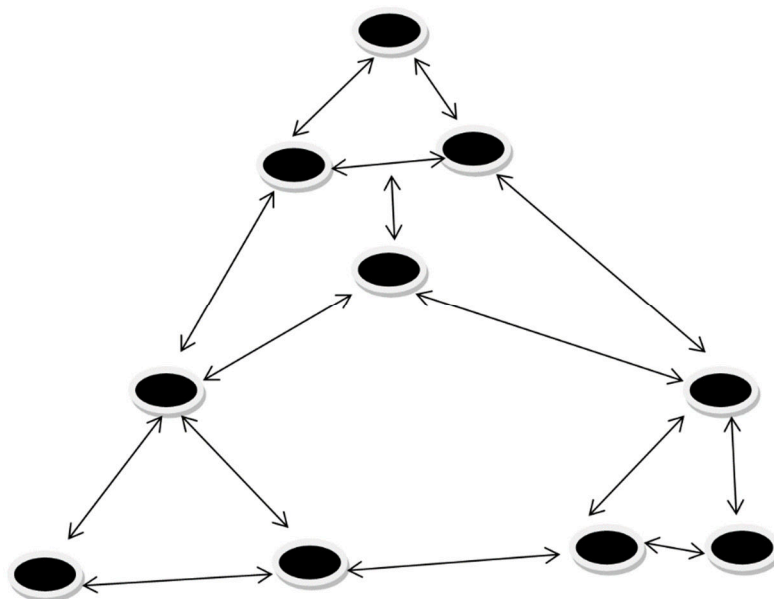
Freinet pensait même que c'était pratiquement impossible en ville, et attachait une très grande importance à la présence du milieu naturel.

## **4. La Pratique des méthodes actives**

Le remaniement des méthodes actives, dit Rousseau, est assurément plus délicat que celui des méthodes traditionnelles. C'est pourquoi dans la pratique des méthodes actives, on doit observer l'enfant. Donner libre cours à son activité ne suffit pas, mais on peut bien être tenté de ne guère aller plus loin par scrupule d'intervenir par crainte du dogmatisme, par peur

d'ennuyer, aussi bien que par une tendance plus ou moins consciente à la facilité à agir seul sous le guide de l'enseignant. Outre cela, l'instituteur doit avoir la connaissance très précise de tout ce que l'enfant doit savoir et savoir-faire quand le cours de ses études sera achevé. Il lui faudra ensuite entretenir et guider l'enfant dans sa progression libre. Ainsi, il est nécessaire que le maître ait profondément tant ce qu'il doit enseigner afin d'en avoir lui-même une connaissance intime, vivante, organique, de telle sorte qu'à tout moment elle soit à sa disposition pour une explication à fournir à l'improviste, et pour une perspective à amorcer d'un trait.

Alors il est bien vraie, en définitive, que « tant vaut le maître, tant vaut la méthode » et que des « maîtres intelligents et pédagogues de nature ont toujours bien enseigner et même sans le savoir, de façon active, tandis que des maîtres bornés et n'ayant guère de sens pédagogiques, s'épuiseront toujours à employer les méthodes les plus actives comme des recettes à la mode sans rien garder de leur vertu excitatrice et formative, où l'on s'entraîne à calculer, à résoudre des problèmes, à démontrer des théorèmes, à rédiger, à dissenter, à dessiner comme on s'entraîne au saut et au jeu de basket-ball ». Ces méthodes mettent l'accent sur la considération de l'élève et sur son activité.



**Fig. 4. Réseau de communication en méthodes actives**

Le schéma ci-haut montre qu'il y a activité personnelle et motivation intrinsèque de l'apprenant ; dans le groupe coopératif, jusqu'à la fin du travail.

Ici, l'intervenant n'est plus le maître, seulement qu'il est un guide, un facilitateur, un catalyseur, ...

D'une façon laconique, nous trouvons un feed-back et une interaction dans la classe où les méthodes actives sont employées.

## 5. Quelques théories explicatives

**a) Montessori :** Aider l'enfant à faire seul : Deux idées maîtresses traversent l'œuvre de Montessori : L'éducation pour la vie et l'enfant constructeur de l'homme. Il montre que l'enfant est l'ouvrier du développement de sa propre personnalité, et que les adultes ont à l'aider à ce développement, afin de créer les conditions favorables à l'actualisation de ses potentialités.

Dans son principe de liberté, elle montre que l'enfant est devenu le centre de l'activité, qui apprend tout seul, libre dans ses choix de ses occupations et de ses mouvements.

Montessori montre que c'est principalement l'activité individuelle qui stimule et développe, mais les pratiques socialisées, les échanges entre enfant nourrissent l'activité individuelle, jouent un rôle important dans la construction de soi et la socialisation. D'où son choix de mettre ensemble des enfants de 3 à 6 ans afin de favoriser le développement de leur sens social et l'aide mutuelle.

Dans ce contexte, elle montre les deux pivots sur lesquels gravite la pédagogie moderne : l'un étant l'étude et la formation de la personnalité, c'est-à-dire la connaissance de l'enfant dans ses caractéristiques propres, pour les diriger selon ses tendances reconnues.

L'autre est l'obligation de laisser l'enfant libre, c'est l'ancienne question de la liberté dont l'origine remonte en France avec Jean Jacques Rousseau, son précurseur théorique, pour lui, l'enfant lui-même demande à l'adulte-serviteur d'être aidé, en lui disant : « Aide-moi à agir seul ».

**b) Resweber, (2011, p. 4),** souligne que si l'enfant est considéré comme un être autonome ; le maître est possesseur de la nature, on risque de confondre la pédagogie nouvelle avec les pédagogies libertaires qui intronisent l'enfant-sujet pour en faire enfant-roi.

C'est ainsi que Raynal et Rieunier, (2012, p. 18), montrent que dans les premières décennies du siècle, les expériences de Dewey, Parkhurst, Washburne aux Etats-Unis, Kerschensteiner en Allemagne ; Claparède et Ferrière en Suisse ; Freinet et Coussinet en France ; Decroly en Belgique ; Montessori en Italie créent ce que l'on appelle le « courant de l'éducation nouvelle » qui porte également le nom de méthodes actives ». On trouve déjà dans cette école pédagogique des documents d'autoformation, le travail libre par groupes, la coopérative, la créativité, la découverte, le journal et l'imprimerie, des itinéraires d'études individualisées ; et enfin, pratiquement toutes les techniques que l'on considère aujourd'hui comme des techniques particulièrement modernes.

Dewey, de son côté, insiste sur ce qu'il y a encore d'artificiel dans l'activité montessorienne : « l'enfant est libre de choisir les objets qu'il désire employer, mais non de les employer à sa guise pour des fins qu'il imagine ».

#### **c) Dewey : Apprendre en agissant**

Il est l'un des initiateurs des méthodes actives. Pour lui, l'individu cherche spontanément à se développer et à atteindre un haut niveau de réalisation personnelle.

Dans cette perspective, l'école doit lui fournir les occasions de se réaliser. La doctrine de Dewey c'est « apprendre en faisant » et non apprendre en écoutant comme dans la pédagogie traditionnelle.

L'enfant doit agir en faisant des expériences, apprendre à les interpréter ; c'est l'apprentissage par l'action parce que l'homme est également un être social et il est indispensable que l'école favorise cette socialisation par les méthodes actives.

Dewey souligne que dans une classe, dans la plupart de temps, les élèves sont isolés, séparés les uns des autres tant mentalement que socialement alors que le milieu scolaire doit être fruit d'une série d'actions et des réactions entre individus. Le développement du sens social implique une communication, une entraide, une coopération, la collaboration et un intérêt mutuel.

Dans ce sens, l'autorité doit être un moyen de la régulation de la vie sociale et collective. Claparède trouve chez Dewey, à ses propres réflexions pour une éducation qu'il qualifie de « fonctionnelle » et qui prend le besoin de l'enfant, son intérêt à atteindre un but, comme levier de l'activité qu'on désire éveiller chez lui.

Ferrière se sert de ces expériences pédagogiques pour appeler une école active, où sont en activité, des communautés d'enfants.

Quant à Coussinet, une méthode de travail en groupe est davantage indiquée dans l'école active, tandis que chez Freinet, c'est l'expérience existentielle qui peut permettre aux enfants d'être réellement en activité.

Alain, prenant symboliquement l'exemple du piano, souligne qu'il ne s'agit pas alors de parler passablement sa musique, mais bien jouer ses œuvres « or, parler passablement n'est pas difficile, c'est jouer qui est difficile. Et enfin, il n'y a pas de progrès pour nul écolier au monde, ni en ce qu'il entend, ni en ce qu'il voit, mais seulement en ce qu'il fait ». « Je sais ce que je fais faire » ; dit de même Paul Valéry qui, ironiquement ajoute : « il y a un savoir qui ne sait rien faire, et c'est le savoir éminemment », c'est-à-dire, réciter les chapitres du livre n'est rien, d'où il faut une école restaurant dans laquelle on doit constamment nourrir la curiosité ; et ne faut jamais se hâter de la rassasier.

Valéry reprend ce qui suit « nos premiers maîtres dans l'apprentissage sont nos mains, nos yeux ». Et puis nettement encore de « coller un enfant sur des livres, si je l'occupe dans un atelier ; ses mains travaillent au profit de son esprit ». Penser avec les mains, Learning by doing.

#### **d) Jean Jacques Rousseau : La reconnaissance de l'enfant**

Rousseau dit qu'il « ne doit être ni bête, ni homme, mais l'enfant ». On a chez lui une reconnaissance de la spécificité de l'enfance à une époque où l'on voit encore l'enfant comme un adulte en miniature ; « laisser murir l'enfance dit-il », voir l'enfance comme le sommeil de la raison, laisser du temps à l'enfance, voir les activités des enfants, non comme des formes d'oisiveté, mais comme autant de mises progressives en éveil, l'accompagner.

Il insiste sur la connaissance de l'enfant en montrant qu'on ne connaît point l'enfance sur les fausses idées qu'on en a, plus on va, plus on s'égare. Les plus sages s'attachent à ce qu'il importe aux hommes de savoir, sans considérer ce que les enfants sont en état d'apprendre. Ils cherchent l'homme dans l'enfant sans penser à ce qu'il est avant d'être homme. « Commencez

donc par mieux étudier vos élèves, car très assurément vous ne les connaissez point ». Il suggère différentes méthodes pour aménager l'environnement éducatif par la créativité des apprenants eux-mêmes enfin d'inciter l'enfant à poursuivre les activités d'apprentissage adéquat.

#### **e) Kerschensteiner : La Pédagogie nouvelle**

L'un des représentants des méthodes actives en Allemagne, disciple de Pestalozzi et Dewey, il est favorable au travail manuel.

Pour lui, les enfants de six à dix ans doivent être mis à la menuiserie, à la cuisine, au tissage. C'est ainsi que les écoles actives doivent être à caractère restaurant et atelier, en systématisant et en organisant ses activités au lieu de les laisser se dérouler selon la fantaisie, car il est convaincu que l'enfant tire ses connaissances davantage de l'expérience vécue que l'enseignement verbal et livresque.

Il souhaite que l'école développe dans l'individu, le sentiment d'appartenance au groupe et prône :

- Une liberté de choix pour le travail à effectuer,
- Une pédagogie basée sur le travail manuel, l'exercice physique et la vie communautaire.

Pour lui, l'éducateur doit fonder principalement son action sur des attitudes d'amour, de sympathie et de confiance.

Ainsi, pour Kerschensteiner, l'école active est passée par trois stades : école auditoire, école musée et école laboratoire (Raynal et Rieunier, 2012, p. 289).

Il met en garde contre les confusions entre l'enseignement d'atelier et le simple enseignement actif, et parle des ignorances, des embarras des apprenants que doit sortir l'instruction véritable ; en même temps que le caractère se forme et s'affermir. En ce sens, l'enfant qui s'y applique avec joie, parce qu'il aime manipuler les choses, travaille en groupe, s'instruit par cette application de bien coudre, bien couper l'étoffe, après l'avoir choisi, bien tricoter, bien préparer, les mets dans les conditions mêmes des métiers, pose des exigences morales, mais aussi des problèmes intellectuels nombreux dont la solution cherchée mène aux livres, aux laboratoires ; aux musées et à l'instruction.

Bien scier, raboter, travailler les bois, effectuer les travaux du jardin dans les mêmes conditions, entraîne les mêmes développements et conduit aux mêmes acquisitions des connaissances transversales.

« C'est seulement quand les acquisitions techniques modernes sont conquises par le travail, c'est-à-dire à partir de la pratique des métiers manuels que se développent les habitudes intellectuelles et morales ainsi que scientifiques auxquelles nous conférons une valeur si haute chez l'homme cultivé ».

#### **f) Célestin Freinet et la Pédagogie active :**

L'initiateur du mouvement de l'école moderne et les techniques qu'il a inventées sont utilisées aujourd'hui dans des très nombreux pays par des éducateurs conscients de leur engagement et des enjeux qu'ils défendent.

Découverte dès les années 1920, l'éducation nouvelle, par l'intermédiaire de l'ouvrage de Ferrière, l'école active, persuadée de la faiblesse d'un enseignement essentiellement basé sur le verbe, de l'importance de l'activité librement consentie de l'élève, il cherche partout les moyens à rendre l'élève actif. Pour motiver l'enfant, il crée la coopérative scolaire, l'imprimerie et la correspondance scolaire (Raynal et Rieunier, 2012, p. 242).

Freinet fait travailler ses élèves à partir des intérêts qu'ils ont manifestés, en les guidant discrètement vers l'élargissement de leur curiosité et l'organisation des connaissances acquises. Les enfants de son école sont appelés à s'exprimer.

#### **g) Jean Piaget et la Perception enfantine :**

Pour Piaget, ce qui apparaît d'abord dans l'évolution des perceptions n'est même pas la perception isolée de l'action. C'est l'activité totale, c'est-à-dire l'intelligence sensori-motrice ou pratique ; l'intelligence elle-même qui, dès les premiers mois de l'existence, organise les perceptions en fonction de l'action.

Il définit deux tâches faites par l'enseignant dans son action didactique dans laquelle il lui faut déterminer le niveau donné du développement de l'enfant au regard des différents aspects que le programme est censé favoriser le savoir-faire. Il doit proposer à l'enfant des activités d'apprentissage qui mèneront à un niveau supérieur du développement sensori-motrice.

D'ailleurs Pospel (1993, pp. 57 et 59) dit que le meilleur chemin si non le plus court, n'est plus la ligne droite. Pour lui, ce n'est plus la rapidité de la réalisation qui permet d'évaluer la méthode, mais le bénéfice réel que les élèves sont susceptibles d'obtenir. C'est en ce sens que la règle la plus utile de toute l'éducation, ce n'est pas de gagner du temps, mais d'en perdre, dans l'utilisation des méthodes centrées sur l'activité des élèves, l'enseignant se définit toujours par le savoir qu'il possède, sur le plan fonctionnel, il va essentiellement être organisateur et animateur des activités des élèves.

La pédagogie active puise donc des racines dans les sources lointaines ; John Dewey et son « Learning by doing », Makarenko et son crédo pédagogique fondé sur le travail en commun, Roger Coussinet et son mouvement autour de l'école nouvelle ; ce n'est qu'à partir de 1980, année de la mort de Jean Piaget qu'elle trouve un champ d'application réelle dans les enseignements post-obligatoires en Suisse.

## **6. Les Méthodes Actives à travers la leçon de Zoologie**

D'une manière générale, dans l'exploitation des méthodes actives, les formateurs peuvent utiliser différentes méthodes pédagogiques à savoir :

### **a. Méthodes affirmatives :**

- Expositive : Il s'agit d'expliquer aux apprenants ce qu'il faut faire,
- Démonstrative : Montrer aux apprenants ce qu'il faut faire,

### **b. Méthodes participatives :**

- Interrogative : Questionner pour faire découvrir individuellement,
- Expérimentale : Faire réaliser une expérience, manipulation des objets.

### **c. Méthodes actives : Faire rechercher en sous-groupe.**

Pour les sciences naturelles en particulier en science zoologie qui a comme objet principal, étude des animaux, avons proposé pendant l'exploitation d'une leçon, la marche suivante en méthodes actives :

#### **Activités initiales :**

- Rappel : Questions sur les matières précédentes,
- Découverte : Présentation d'un matériel didactique suivi des questions,
- Annonce du sujet : Les apprenants eux-mêmes annoncent le sujet du jour.

#### **Activités principales :**

- Le maître divise la classe ou le groupe en 3 sous-groupes,
- Il donne les consignes à chaque sous-groupe pour la réalisation d'une tâche en s'organisant librement,
- Chaque sous-groupe tiendra sa discipline,
- Contrôler l'observation des règles de sécurité (chef du groupe, secrétaire,...),
- Chaque sous-groupe observe l'animal à étudier dans son milieu naturel tout en relevant ses caractéristiques,
- L'enseignant régule le niveau de fonctionnement de chaque sous-groupe.

#### **Activités de fixation :**

- Le maître assure une discussion des sous-groupes en posant des questions à chaque sous-groupe.
- Le maître constitue un résumé en se servant des caractéristiques relevées par les sous-groupes.

## **2 METHODOLOGIE**

Pour des raisons d'objectivité et de représentativité notre étude a porté sur une population scolaire toute entière de la ville de Goma avec comme échantillon les écoles primaires adventistes de la place mais pour le seul degré terminal. Il s'agit donc de 10 écoles ayant 24 enseignants en leur sein et 10 directeurs à leurs directions pour l'année scolaire 2012-2013.

Quant à la méthode, il sied de signaler que pour notre étude, avons fait recours à la méthode systémique en considérant que l'enseignement est lui-même un système ; la triple cohérence de Scriven en est l'illustration dans le cadre de l'enseignement dans la situation de classe. Avons donc pris en compte les méthodes actives comme l'un des éléments solidaires du processus éducatif et dont son usage se répercuterait sur le reste de l'ensemble.

Pour la technique de récolte des données, avons procédé au préalable, à la technique documentaire, l'entretien ainsi qu'à l'observation libre et directe. Cette observation a été suivie par l'interview qui nous a permis de recueillir les avis des intervenants directs. Pendant cette étude les descentes sur terrain nous ont fournies l'occasion des contacts directs avec nos enquêtés

La récolte des données s'est appuyée sur l'observation au cours de laquelle nous nous sommes muni d'un guide d'observation des leçons qui, aussi, a renforcé cette phase préalable de l'enquête.



En ce qui concerne la technique de dépouillement des données de notre recherche ; le dépouillement et le classement des données se sont effectués école par école et classe par classe. Nous nous sommes servi non seulement de l'analyse du contenu, mais aussi du check-list qui est une sorte de questionnaire de contrôle destiné à systématiser et à vérifier la présence ou l'absence d'un élément pertinent de l'étude en cours.

Pour ce qui est de la technique statistique d'analyse et de traitement des données ; et compte tenu de la nature des données récoltées, avons recouru à la technique d'analyse fréquentielle, concluant éventuellement au calcul du pourcentage et nous a permis de déceler le niveau de connaissance, le degré de maîtrise et de pratique des méthodes actives par la population cible.

### 3 PRESENTATION DES DONNEES ET ANALYSE DES DONNEES

Outre le guide d'observation qui, par la technique du check-list nous a permis de nous rendre compte de la présence ou non de tel ou tel autre élément quant à la maîtrise et l'exploitation des méthodes actives au cours du processus enseignement-apprentissage en science zoologie, nous avons émis et lancé le questionnaire auprès des gestionnaires et praticiens scolaires en vue de nous imprégner de leur opinion là-dessus et cela nous a conduit à une analyse du contenu de leur opinion qui, ensuite a été converti en pourcentage fréquentiel dans les tableaux appropriés.

**Tableau 1. Répartition de nos enquêtés selon leurs statuts professionnels et selon qu'ils ont entendu ou non parlé des méthodes actives**

Opinions	Directeur		Enseignants		Total	
	N	%	N	%	N	%
	10	29,4	24	70,6	34	100
	0	0	0	0	0	0
Total	10	29,4	24	70,4	34	100

Il se dégage du tableau ci-dessus que sur 34 sujets enquêtés, 24 soit 70,6 soit 70,6% sont des enseignants et 10 soit 29,4% sont des chefs d'Etablissements. Aussi, 100% de nos enquêtés affirment avoir entendu parler des méthodes actives.

**Tableau 2. Opinions de nos enquêtés vis-à-vis de leur entendement par rapport aux méthodes actives**

Opinion sur la définition des méthodes actives	Fréquence	%
- Mettre les apprenants en activité en évitant le monopole de la parole :	05	15
- L'enfant est au centre de l'action didactique :	04	12
- Lorsque le maître pose des questions, les élèves répondent :	18	53
Total	34	100

Le coup d'œil dans ce tableau ci-dessus prouve que sur 34 sujets enquêtés par rapport à ce qu'ils entendent par rapport aux méthodes actives, 5 soit 15% sont d'avis qu'il s'agit des méthodes évitant à tout prix le monopole de la parole et qui privilégient des activités de la part des élèves.

D'autre part, 4 personnes, soit 12% pensent que les méthodes actives sont celles qui placent l'enfant au centre de l'action didactique.

Enfin, 18 sur 34, soit 53% estiment que les méthodes actives sont celles où les maîtres posent des questions et les apprenants répondent activement.

**Tableau 3. Contenu des réponses à la question relative à la différence entre les méthodes actives et celles dites participatives**

Opinions	Fréquence	%
- Les méthodes actives et participatives sont les mêmes :	19	56
- Les méthodes participatives font appel à la formation des groupes :	09	26
- Les méthodes participatives peuvent faire travailler l'enfant même Sans comprendre :	06	18
Total	34	100

En lisant les données du tableau ci-dessus, il s'avère que nos enquêtés aient trouvé la différence entre les méthodes actives et méthodes participatives en ceci : 19 personnes sur 34, soit 56% estiment que les deux appellations sont les mêmes et

présentent le même contenu sémantique alors que 15 ont la conviction selon laquelle il existe la différence entre deux expressions étant donné que toute participation ne fait pas appel à la formation des groupes. Leurs avis sont donc partagés.

**Tableau 4. Opinions des enquêtés par rapport à l'application des méthodes actives dans leurs pratiques des classes**

Suggestions	f	%
- Nous appliquons un dialogue avec les apprenants :	07	20
- Nous n'appliquons pas convenablement ces méthodes :	06	18
- Les apprenants travaillent beaucoup, L'enseignant intervient peu :	04	12
- Nous interrogeons et les élèves répondent :	16	47
- Il y a formation de groupes de travail :	01	03
Total	34	100

L'observation des données du tableau ci-dessus prouve que 16 personnes sur 34 sujets enquêtés, soit 47% exploitent les méthodes interrogatives qu'ils assimilent aux méthodes actives alors que 6, soit 18% sont d'accord qu'ils n'exploitent pas ces méthodes pour insuffisance des matériels adéquats. Par contre, 1 enseignant sur 34, soit 3% procède par la formation des groupes et 7 personnes sur 34, soit 20% affirment que les méthodes actives sont exploitées par le fait qu'il y a un dialogue entre maîtres et apprenants au cours du processus enseignement-apprentissage.

**Tableau 5. Suggestions des enquêtés sur l'incidence entre méthodes actives et le développement de l'esprit critique de l'élève**

Suggestions	f	%
- Il n'existe aucune incidence entre les méthodes actives et le développement de l'esprit critique chez les apprenants :	9	26
- Il y a une relation, car les enfants développent de l'esprit critique En groupe :	4	12
- Il n'y a pas du temps pour écouter tous les enfants :	21	62
Total	34	100

Il ressort du tableau ci-dessus que 12% de nos enquêtés présentent l'impact des méthodes actives comme étant le développement de l'esprit critique et de la recherche personnelle de l'action. Néanmoins 26% affirment qu'il n'y a aucune incidence alors que 62% disent que le temps devient insuffisant pour écouter toutes les réponses des élèves.

**Tableau 6. Difficultés empêchant l'applicabilité des méthodes actives**

Difficultés	f	%
- Insuffisance de temps (leçon=30 min.) :	19	56
- Carence des manuels, MADI adéquat et infrastructures	03	09
- Pléthores dans des classes :	12	35
Total	34	100

De ce tableau, il se remarque que les difficultés majeures entravant l'applicabilité effective des méthodes actives sont multipliées : 56% de nos enquêtés sont d'avis que cela prend beaucoup de temps qu'il n'est prévu sur l'horaire alors que 35% affirment que l'obstacle est l'effectif élevé de la classe empêchant ainsi la formation et la supervision des groupes au travail. En fin, 9% sont unanimes sur la difficulté due à l'insuffisance d'infrastructures, en matériels didactiques adéquats et enfin, en carence en manuels scolaires.

**Tableau 7. Ressentez-vous une différence réelle entre les méthodes traditionnelles et celles dites actives ?**

Opinions	f	%
- Les méthodes traditionnelles mettent l'enseignant au centre de l'éducation contrairement aux méthodes actives :	19	56
- Les méthodes actives évitent le psittacisme et favorisent la découverte :	15	44
Total	34	100

Le tableau ci-haut fait voir que sur 34 sujets enquêtés, 19 soit 56% trouvent la différence selon laquelle l'enseignant parle seul et est au centre de l'éducation (méthode traditionnelle) alors que pour les méthodes actives, c'est l'enfant qui est au centre de l'éducation.

D'autre part, 44% de nos enquêtés estiment que les méthodes actives font travailler l'enfant et l'aident à faire la conquête de son savoir. Le constant est que 100% de nos enquêtés affirment en tout qu'il y a bien entendu la différence entre la méthode traditionnelle et celle dite active.

Opinions	f	%
- Les élèves participent en répondant aux questions posées :	10	30
- Leur participation intervient lors de l'élaboration du résumé dans la partie synthétique :	13	38
- Ils participent à l'élaboration de la matière par observation et en touchant sur ce qu'ils étudient malgré l'insuffisance des matériels didactique	11	32
Total	34	100

Le coup d'œil dans le tableau ci-haut montre que 100% de nos enquêtés participent à l'élaboration de la matière étudiée car 30% d'entre eux témoignent qu'il s'agit de la participation des élèves en répondant aux questions du maître lors de la leçon alors que 38% d'entre eux affirment qu'il s'agit de la participation et de l'intervention des élèves pour la confection du résumé lors de la synthèse. En fin, 32% estiment que les élèves participent à l'élaboration de la matière mais que les matériels didactiques ne sont pas suffisants pour cette fin.

**Tableau 8. Opinions des enquêtés sur l'activité qui provoquée par les méthodes actives**

Opinions	f	%
- Les méthodes actives font appel à l'activité mentale :	05	15
- Elles sont celles qui provoquent l'activité créatrice :	09	26
- Elles provoquent l'activité physique :	12	35
- Elles provoquent l'interaction :	08	24
Total	34	100

Il se dégage du tableau que sur 34 enseignants enquêtés, 5 soit 15% affirment que ces méthodes provoquent l'activité mentale, alors que 9 soit 26% disent que ces méthodes provoquent l'activité créatrice ; 12 sur 34 soit 35% estiment que ces méthodes provoquent l'activité physique. En fin, 8 enquêtés soit 24% affirment que ces méthodes provoquent l'interaction.

**Tableau 9. Quel domaine d'apprentissage particulier auquel s'adressent les méthodes actives ?**

Domaine	f	%
- Savoir	13	38
- Savoir-faire	19	56
- Savoir-être	02	06
- Savoir conditionnel	00	00
Total	34	100

De ce tableau, il s'avère que sur 34 sujets de nos enquêtés, 19 soit 56% trouvent que les méthodes actives mettent particulièrement l'accent sur le savoir-faire, 38% sur le savoir, 6% sur le savoir-être et aucun n'a affirmé sur le savoir traditionnel.

**Tableau 10. Opinions des enquêtés sur les types des courants pédagogiques pour qui les méthodes actives font allusion**

Courants Pédagogiques	f	%
- Pédagogie par intégration	8	24
- Pédagogie par objectif	13	38
- Pédagogie non directive	0	0
- Pédagogie directive	1	3
- Pédagogie de maîtrise	12	35
Total	34	100

Les données du tableau ci-dessus montrent que 24% de nos enquêtés croient que les méthodes actives font appel à la pédagogie d'intégration ; 38% parlent de la pédagogie par objectif et pour 35%, les méthodes actives cadrent avec la pédagogie de maîtrise.

**Tableau 11. Opinions des enquêtés sur les méthodes les plus exploitées en Zoologie**

Méthodes exploitées	f	%
- Expositive	2	6
- Interrogative	15	44
- Actives	6	18
- Participatives	7	20
- Autres	4	12
Total	34	100

Il ressort du tableau ci-dessus que 44% de nos enquêtés sont unanimes qu'ils exploitent les méthodes interrogatives lors des leçons de zoologie ; 20% exploitent les méthodes participatives alors que 6% exploitent la méthode expositive ; 18% exploitent les méthodes actives. En fin, 12% ont évoqués d'autres approches comme la méthode intuitive.

**Tableau 12. Ecoles Ayant Fait Objet D'échantillonnage**

N°	ECOLE	Classe	Niveau de connaissance des méthodes actives	Niveau de maîtrise des méthodes actives	Degré d'application des méthodes actives	Rendement
01	E.P Uzima	5 <sup>ème</sup> A	X	X	X	XXX
		5 <sup>ème</sup> B	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup> A	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup> B	X	X	X	XXX
02	E.P. Uenezaji	5 <sup>ème</sup> A	X	X	X	XXX
		5 <sup>ème</sup> B	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup> A	XX	XX	XX	XXX
		6 <sup>ème</sup> B	X	X	X	
03	E.P. Angalisho	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
04	E.P. Chamahame	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
05	E.P. Matumaini	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	XX	XX	XX	XXX
06	E.P. Injili	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
07	E.P. Maranatha	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
08	E.P. Subiri	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
09	E.P. Ujumbe	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
10	E.P. Tyazo	5 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX
		6 <sup>ème</sup>	X	X	X	XXX

**Légende :**

XXX : Estimation synthétique très bonne soit 70-80%,

XX : Valeur qualitativement estimée à plus ou moins 60-69%,

X : Appréciation qualitativement négative estimée inférieure à la moyenne et donc négligeable.

L'observation des données du tableau ci-dessus prouvent que notre échantillon a couvert 10 écoles primaires au sein desquelles nous avons visité 24 leçons de zoologie dans les classes terminales.

La description prouve que seules deux classes soit 8% ont une connaissance, maîtrise et applicabilité des méthodes actives qui soient supérieures à la moyenne.

Signalons aussi que selon notre constat sur terrain 92% des classes visitées n'ont cependant pas des connaissances claires ni sur ce que sont les « méthodes actives », ni leur maîtrise et la conséquence directe n'est autre qu'on ne peut savoir bien appliquer ce qu'on ne connaît pas et qu'on maîtrise moins. C'est dire que pour la connaissance, la maîtrise et le degré d'applicabilité des méthodes actives ; il s'agit seulement du tâtonnement au-delà de la confusion. Toutefois, il s'est avéré que ces méthodes utilisent et conduisent en général à un rendement positif.

#### 4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Toute investigation scientifique doit nécessairement aboutir à des résultats qui ne sont ni le bricolage, ni opinion, ni fruit de l'apanage du chercheur mais résultats issus des observations et réalités du terrain. Rappelons ici que notre étude a porté sur l'évaluation du niveau de l'usage des méthodes actives en zoologie au degré terminal dans les écoles primaires adventistes de la ville de Goma « 2012-2013 ». D'où notre observation sur 24 écoles visitées a montré que l'on n'utilise pas les méthodes actives, car on ne saurait maîtriser ni appliquer ce qu'on ne connaît pas. Aussi, à l'issue de toutes les activités de la leçon, certains enseignants n'ont pas su se situer pour déclarer avec exactitude les méthodes qu'ils venaient d'exploiter au cours des leçons de zoologie.

Ainsi, quoi que les réponses fournies sur notre questionnaire aient prôné des méthodes actives, il sied de rappeler que 92% sont ceux-là qui les ignorent ou les confondent, moins ne les maîtrisent, car ce serait contradictoire de maîtriser ce qu'on confond ou ce qu'on ignore.

En ce qui concerne la perception générale des enseignants, avons remarqué que certains d'entre-eux ignorent encore en quoi consistent les méthodes actives, tandis que d'autres développent les résistances face aux méthodes qui intègrent l'enfant dans le processus enseignement-apprentissage pour plusieurs raisons :

- Les effectifs pléthoriques,
- Le temps imparti à chaque leçon,
- L'immensité du programme,
- L'absence des recyclages sur les méthodes actives et d'autres qui sont réputées nouvelles méthodes,

Disons enfin qu'au regard tous les griefs, les enseignants n'ont pas une perception favorable à la pratique des méthodes actives dans leurs pratiques de classes.

#### 5 CONCLUSION

Au terme de notre étude qui s'articulait autour de la question de savoir la place qu'occupent les méthodes actives dans le système éducatif congolais en général et plus précisément en zoologie, dans les classes terminales des écoles adventistes de la ville de Goma.

Partant de notre problématique, nous nous fixés des hypothèses selon lesquelles :

- Les méthodes exploitées en zoologie seraient connues mais non maîtrisées par les enseignants du degré terminal des écoles Primaires Adventistes de la Ville de Goma,
- Ces enseignants connaissent les méthodes actives mais les confondent dans leurs pratiques de classes. Ceci veut dire que ces méthodes prêteraient confusion de la part de ses praticiens bien qu'elles donnent des bons rendements scolaires.

Au terme de nos démarches, nos analyses des données ont abouti à des résultats selon lesquels les méthodes actives exploitées par les enseignants du degré terminal ne sont pas bien maîtrisées.

Ainsi, bien que les méthodes actives soient bien présentées dans les programmes d'enseignement primaire, il s'avère que lesdits enseignants n'appliquent pas ces méthodes actives dans leurs pratiques de classes étant donné que ces méthodes prêtent confusion de la part de ceux-là qui sont censés les mettre en pratique.

Eu égard à ce qui précède, confirmons nos deux hypothèses ci-haut citées. A ce constat défavorable de confondre les méthodes, de la connaissance et la non maîtrise des méthodes exploitées en général et en particulier de la confusion dans la pratique des méthodes actives lors du processus d'enseignement-apprentissage en classes terminales dans le cours de zoologie. Nous ne pouvons boucler sans rappeler aux administrateurs d'établissements scolaires qu'une action éducative n'est pas un acte qui s'improvise et non plus statique c'est-à-dire, elle doit être fondée sur l'approche didactologique et non seulement sur l'approche didactique ; étant un processus qui implique plusieurs améliorations, notamment :

- Les séminaires pédagogiques,
- Les séances SERNAFOR,
- Les visites régulières des classes.

#### **REFERENCES**

- [1] AVANZINI G. (1976), La Pédagogie au 20<sup>ème</sup> s. Privat H.C. des SCH ;
- [2] Delandsheere G. (1992) ; Evaluation continue et examens ; précis de docimologie, Belgique, Labar 6<sup>ème</sup> édition.
- [3] Mucchielli R. (1988), Les méthodes actives dans la Pédagogie des adultes ; Paris, 6<sup>ème</sup> éd. E.S.F.
- [4] Mokonzi G. (2009), De la médiocrité de l'école de l'excellence au Congo-Kinshasa, Paris, Harmattan.
- [5] Raynal F. et Reunier A. (2012), Pédagogie, Dictionnaire de concepts clés ; Apprentissage, formation, psychologie cognitive. Bielsko éd. Biola Dimograf ; Pologne.
- [6] Macaire F. et Raymond P. (1964), Notre beau métier. Paris, éd. St Paul, les classiques africains ;
- [7] Pelpel P. (1993) ; Se former pour enseigner. Paris, DUNOD.
- [8] Resweber J. P. (2011), Les Pédagogies nouvelles. Paris, 7<sup>ème</sup> éd. PUF.
- [9] Pages V. (2010), Le DEME, Diplôme d'Etat de Moniteur éducateur, Paris, Dunod.

## Apport de la pédagogie active dans l'enseignement de la biologie

### [ The contribution of the active pedagogy in the teaching of biology ]

*Wissal IRAQI and Assia EL MOULAKI*

Département des Sciences de la Vie et de la Terre, Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Meknès,  
Maroc

Copyright © 2019 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:** Active pedagogy has become a key element in the learning process of biology. The present work compares the two pedagogies (passive versus active). A study of 100 learners in middle school showed better results. A good acquisition of the skills taught to the learners, as well as a change in their behavior in the classroom were noted. Moreover, motivation, concentration and listening were improved.

**KEYWORDS:** Active pedagogy in biology, Passive pedagogy in biology, Teaching practices, Acquisition of competencies in biology.

**RÉSUMÉ:** La pédagogie active est devenue un élément clé dans l'enseignement de la biologie. Le présent travail compare ce mode d'enseignement à celui où l'apprenant est passif. Une étude auprès de 100 apprenants au collège a montré que la pédagogie active donne de meilleurs résultats. Une bonne acquisition des compétences enseignées ainsi qu'un changement de comportement des apprenants en classe ont été notés. En outre, la motivation, la concentration et l'écoute ont été nettement améliorées.

**MOTS-CLEFS:** Pédagogie active en biologie, Pédagogie passive en biologie, Pratiques enseignantes en biologie, Acquisition des compétences en biologie.

## 1 INTRODUCTION

Dans une société en perpétuelle évolution scientifique, l'enseignement a connu d'énormes changements. Le développement de nombreuses capacités et compétences est devenu primordial dans le processus de transfert des compétences. Ainsi, l'enseignement a commencé à cibler l'acquisition de l'apprenant d'un ensemble de compétences, lui permettant de mobiliser ses ressources pour faire face aux situations-problèmes (Carette, 2009 ; Basque, 2015). Les technologies d'information et de communication ont également bouleversé l'enseignement. Dans tout ce contexte, de nouvelles pratiques enseignantes, approches et pédagogies œuvrant dans le sens de la motivation et l'épanouissement des apprenants, sont nées (Bressoux, 2001a). Pour suivre, les enseignants ont été amenés à changer de position en classe, en l'occurrence celle de l'accompagnement, de l'animation et de l'encadrement. En effet, le métier d'enseignant a évolué d'une manière considérable et ce, sur le plan technologique, pédagogique et comportemental. La formation de l'enseignant et la conception du système éducatif ont été revues pour instaurer et adopter un enseignement participatif (Bressoux, 2001a, b ; Ducrot, 2013). Dans cette logique, les tâches de l'enseignant ne se limitent plus au transfert vertical du savoir et à la préparation des situations d'apprentissage aux apprenants (Madrane *et al.*, 2009). Ce dernier doit plutôt assurer des conditions favorables au développement scientifique de l'enfant, ainsi que la mise en œuvre et la mobilisation de ses acquis. L'apprenant est passé d'un simple exécutant à un acteur et auteur de sa formation. Une pédagogie de l'autonomie est ainsi apparue et l'enseignant

est devenu un accompagnateur d'une démarche autonomisante du formé (Ducrot, 2013). Cette pédagogie active est caractérisée par la participation de l'apprenant à la conception et la mise en œuvre de son savoir. Il est à rajouter que les nouvelles pratiques enseignantes sont en faveur de l'enseignement actif et appuient l'usage de la pédagogie participative. Toutefois, l'adoption de l'enseignement actif passe par une modification et une adaptation des pratiques enseignantes utilisées en classe (Panckhurst *et al.*, 2008 ; Musial *et al.*, 2012 ). Cependant, il n'est pas toujours évident de travailler avec la pédagogie active et ce, pour des raisons diverses (Netto, 2011). La durée de formation au métier d'enseignant, les programmes scolaires ainsi que l'enveloppe horaire des matières pourraient être des obstacles dans l'adoption de la pédagogie participative (Lessard, 2000 ; Guterriez *et al.*, 2012). Dans ce contexte, la pédagogie passive est toujours utilisée dans certaines séances et par certains enseignants. Dans cette configuration, l'enseignant est le maître de la classe et le transfert du savoir se fait d'une manière verticale, avec un apprenant qui ne participe pas à la construction de son savoir.

Le présent travail se focalise sur l'apport de la pédagogie active dans l'enseignement de la biologie au collège en comparaison à celle où l'apprenant est passif. Pour réaliser cette étude, les deux modes d'enseignement ont été pratiqués auprès d'apprenants au collège. Dans une seconde étape, le comportement en classe et l'acquisition des compétences enseignées ont été analysés.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La présente étude expérimente les deux méthodes d'enseignement en l'occurrence passive versus active, sur un échantillon de 100 apprenants de la 1<sup>ère</sup> année collège. Ces derniers étaient répartis sur quatre classes de 25 chacune. La respiration branchiale chez les poissons a été choisie comme concept d'analyse dans cette comparaison. Une séquence de 20 minutes dudit cours a été réalisée selon la méthode passive. Durant cette séance, les apprenants ne participaient pas et l'enseignant gérait tout le processus. Des observations portant sur de nombreux éléments comme la motivation, la concentration et l'écoute ont été relevées. Pour évaluer le degré de compréhension et d'acquisition des apprenants, une grille comportant cinq questions a été ensuite distribuée. Ces derniers avaient eu droit à 10 minutes pour répondre aux questions de façon individuelle. Les questionnaires ont été collectés sans faire de remarques ou de commentaires à propos des réponses. La même séquence du cours a été ensuite refaite avec la participation active des apprenants. L'enseignant avait un rôle d'encadrant et d'accompagnateur durant cette séance. Un questionnaire comportant les mêmes questions que celles données auparavant leur a été distribué. Ces derniers ont été récupérés après 10 minutes comme cité plus haut. Les résultats des deux pédagogies ont été analysés et comparés. Il est à signaler que le questionnaire consistait aux questions suivantes :

1. Le mode de respiration chez les poissons.
2. La voie de passage de l'oxygène chez les poissons.
3. La voie de passage du gaz carbonique chez les poissons.
4. Les organes intervenant dans la respiration chez les poissons
5. La légende du système respiratoire chez les poissons.

## 3 RÉSULTATS

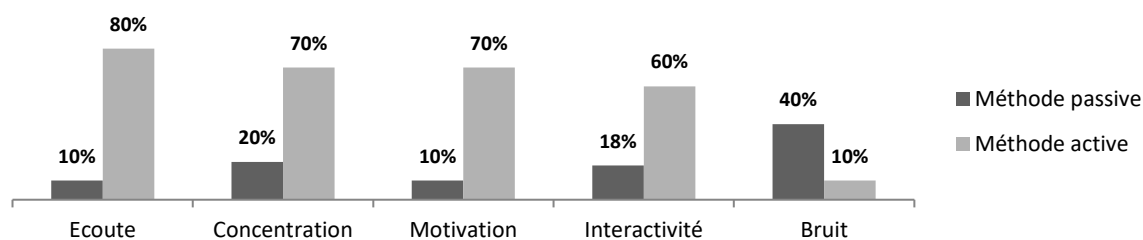
L'analyse des grilles collectées a montré que la méthode active donne des pourcentages très intéressants concernant notamment l'écoute, la concentration et la motivation des apprenants. De plus, la participation des apprenants a considérablement augmenté versus une diminution importante du bruit en classe (Tableau 1).

**Tableau 1. Pourcentage des apprenants en fonction de la méthode d'enseignement utilisée**

	Comportement en classe				
	Ecoute	Concentration	Motivation	Interactivité	Bruit
<b>Méthode passive</b>	10%	20%	10%	18%	40%
<b>Méthode active</b>	80%	70%	70%	60%	10%

La figure 1 illustre mieux ces résultats.





**Fig. 1. Pourcentage des apprenants en fonction de la méthode d'enseignement utilisée**

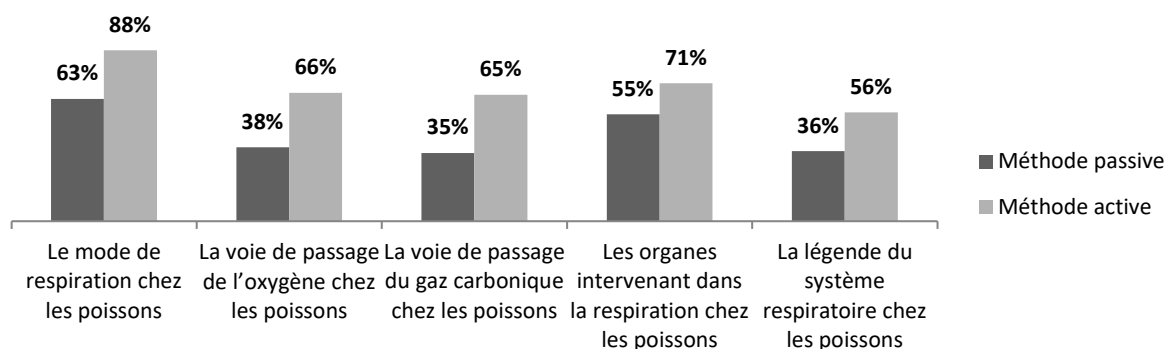
La figure 1 montre clairement le changement de comportement des apprenants pendant la séance de cours enseigné avec la pédagogie active.

Concernant l'acquisition des compétences enseignées, le tableau 2 montre le pourcentage des apprenants en fonction de la nature des réponses selon les deux méthodes, active et passive.

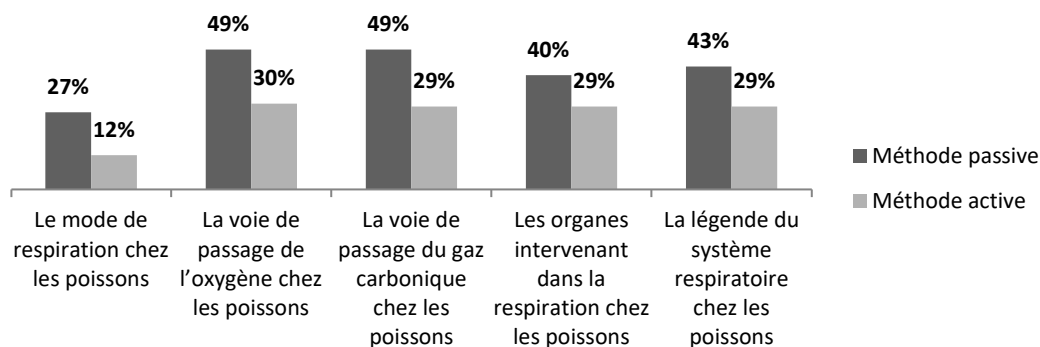
**Tableau 2. Pourcentage des apprenants en fonction des réponses selon la méthode d'enseignement utilisée**

% des apprenants Question	Méthode passive			Méthode active		
	Réponse juste	Réponse fausse	Pas de réponse	Réponse juste	Réponse fausse	Pas de réponse
1. Le mode de respiration chez les poissons	63 %	27%	10%	88%	12%	0%
2. La voie de passage de l'oxygène chez les poissons	38%	49%	13%	66%	30%	4%
3. La voie de passage du gaz carbonique chez les poissons	35%	49%	16%	65%	29%	6%
4. Les organes intervenant dans la respiration chez les poissons	55%	40%	5%	71%	29%	0%
5. La légende du système respiratoire chez les poissons	36%	43%	21%	56%	29%	15%

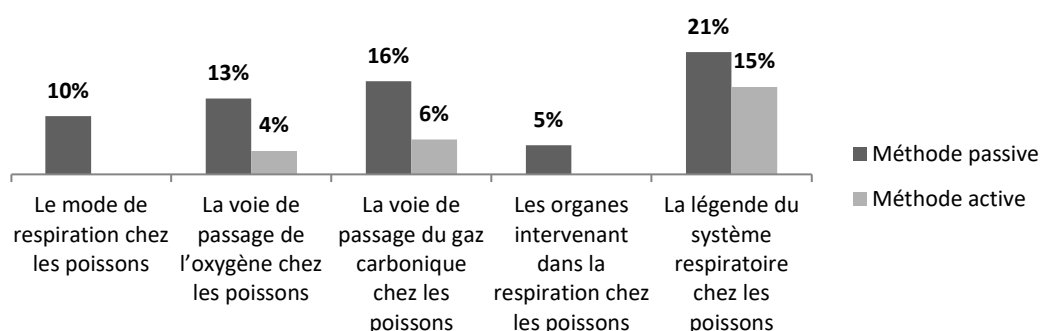
Pour mieux visualiser les résultats des deux méthodes d'enseignement, les données sont présentées conjointement sur le même graphe et ce, en fonction de la réponse : juste, fausse, aucune (Figures 2, 3, 4).



**Fig. 2. Pourcentage des apprenants ayant donné une réponse juste aux questions en fonction de la méthode d'enseignement utilisée**



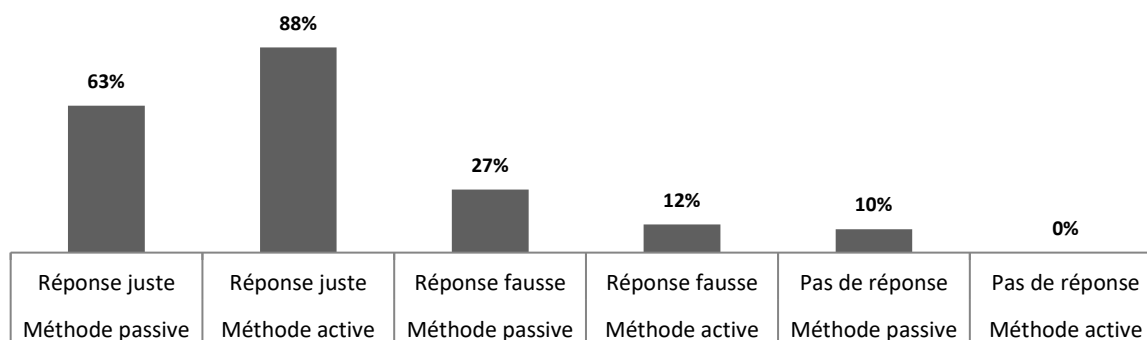
**Fig. 3.** Pourcentage des apprenants ayant donné une réponse fausse aux questions en fonction de la méthode d'enseignement utilisée



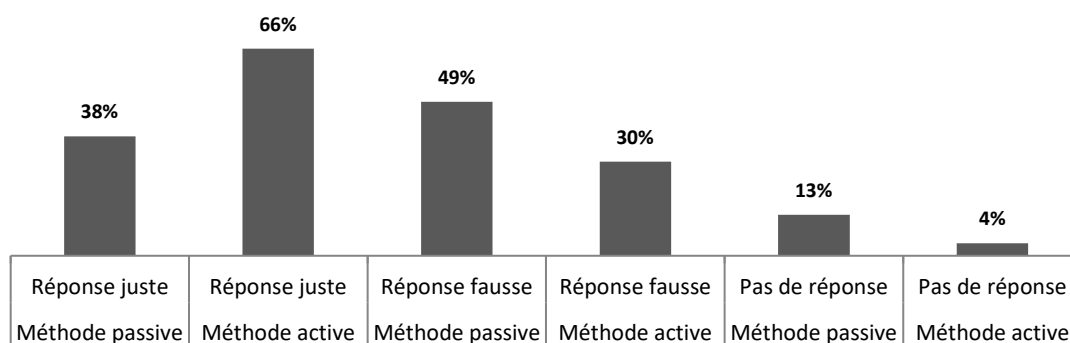
**Fig. 4.** Pourcentage des apprenants n'ayant donné aucune réponse aux questions en fonction de la méthode d'enseignement utilisée

Ces résultats montrent que le pourcentage des apprenants ayant donné des réponses justes est important quand le cours est réalisé avec la participation de ces derniers et ce, pour les cinq questions analysées (Figure 2). Conjointement, le pourcentage des réponses fausses a nettement diminué lors de l'enseignement actif (Figure 3). Nous observons également que la pédagogie active a conduit la majorité des apprenants à participer au cours puisque le pourcentage des non répondants a considérablement diminué (Figure 4).

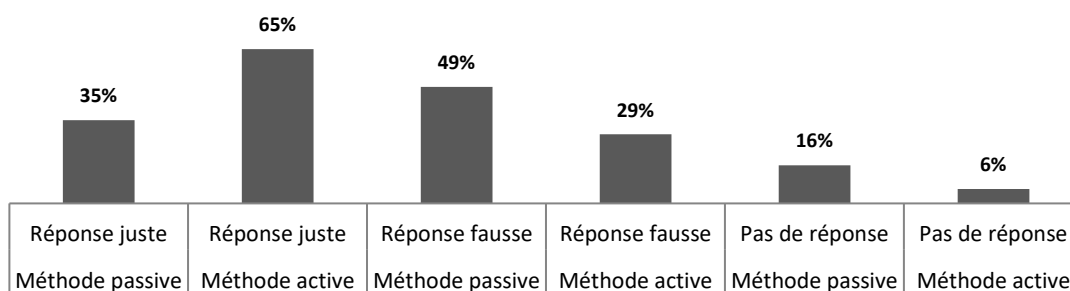
Par ailleurs, les résultats de chaque question ont été également présentés en fonction de la nature de réponse des apprenants (juste, fausse, aucune) et la méthode d'enseignement adoptée (Figures 5, 6, 7, 8, 9).



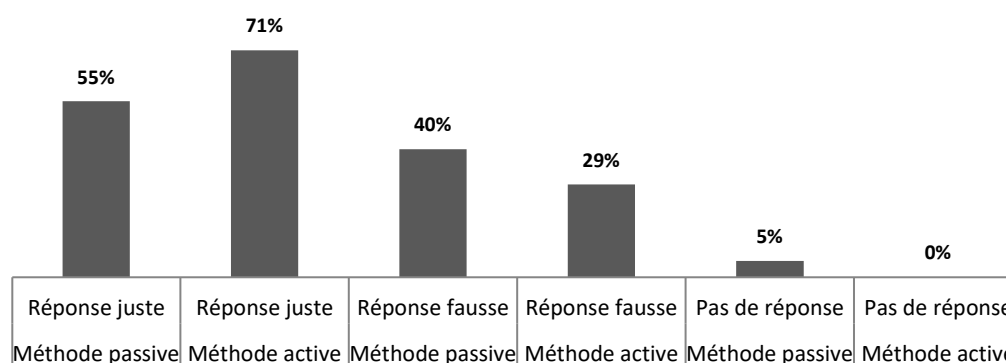
**Fig. 5.** Pourcentage des apprenants en fonction des réponses à la question 1 selon la méthode d'enseignement utilisée



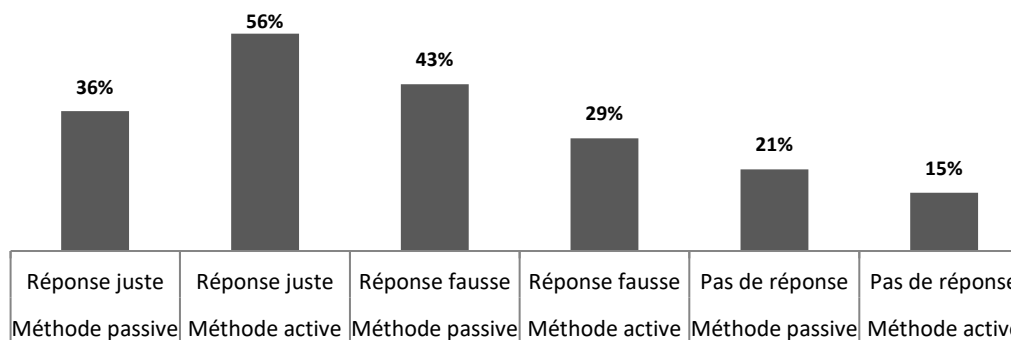
**Fig. 6.** Pourcentage des apprenants en fonction des réponses à la question 2 selon la méthode d'enseignement utilisée



**Fig. 7.** Pourcentage des apprenants en fonction des réponses à la question 3 selon la méthode d'enseignement utilisée



**Fig. 8.** Pourcentage des apprenants en fonction des réponses à la question 4 selon la méthode d'enseignement utilisée



**Fig. 9.** Pourcentage des apprenants en fonction des réponses à la question 5 selon la méthode d'enseignement utilisée

Pour la question 1, un grand pourcentage d'apprenants (88%) arrive à déterminer le mode de respiration chez les poissons, lors de l'enseignement actif versus 63% seulement dans la méthode passive (Figure 5). Le même constat est observé pour la question 2 puisque 66% des apprenants donnent une réponse correcte concernant la voie de passage de l'oxygène lors de l'enseignement actif contre 38% dans la méthode passive (Figure 6). Nous pouvons également observer que 35% seulement des apprenants déterminent la voie de passage du gaz carbonique au cours de la méthode passive (Figure 7). Un résultat pareil a été obtenu dans la détermination des organes intervenant dans la respiration branchiale chez les poissons. Le pourcentage des apprenants est passé de 55% dans le mode passif à 71% quand ces derniers participaient au processus (Figure 8). De même, un pourcentage important des apprenants (64%) arrivait à légendier correctement le système respiratoire chez les poissons, lorsque l'enseignant utilisait la méthode passive (Figure 9).

#### **4 DISCUSSION**

De nos jours, l'enseignement est devenu limité à l'orientation et à l'accompagnement des apprenants dans le processus d'enseignement et d'apprentissage. Afin d'examiner l'apport de cette pédagogie active dans l'enseignement de la biologie au collège, les deux méthodes (passive versus active) ont été comparées. Cette étude a concerné le cours sur la respiration branchiale chez les poissons auprès d'un échantillon de 100 apprenants. Les résultats obtenus ont montré que ces derniers prenaient davantage de plaisir au cours et présentaient une grande concentration durant l'enseignement actif. Une acquisition meilleure des compétences enseignées, tel le développement de l'observation, la curiosité, l'ouverture d'esprit et le goût du raisonnement ont été aussi notés. En effet, les pourcentages des réponses justes étaient supérieurs pendant l'enseignement actif par rapport à ceux de l'enseignement passif. Il est également à souligner que le nombre des réponses fausses avait nettement diminué lorsque l'apprenant était au centre du processus d'apprentissage. En outre, certains apprenants n'ayant pas répondu aux questions durant la méthode passive avaient participé lors de la méthode active. Ce changement remarquable dans le comportement des apprenants ainsi que leur acquisition des compétences enseignées seraient liés à leur implication dans le cours. Des études ont montré que cette dernière est un élément clé dans l'apprentissage et dans l'identification de l'apprenant tout au long du processus (Audet, 2009 ; Cusset, 2011). La pédagogie active a certainement instauré un apprentissage autonome qui a encouragé les élèves à se montrer plus actifs et plus créatifs (Camilleri, 1999). L'acquisition meilleure des compétences enseignées obtenue dans le présent travail serait liée à la mobilisation et le réinvestissement par les apprenants de leurs compétences, lors de l'enseignement actif. Ces résultats corréleront avec ceux décrits par d'autres auteurs (Giordan *et al.*, 1994 ; Carette et Kahn, 2013). Les difficultés d'acquisition du savoir lors de l'enseignement passif ont été bien étudiées en littérature (Hameline *et al.*, 1995 ; Bressoux, 2001a,b ; Blais *et al.*, 2002). Il est aussi bien démontré que la pédagogie active permet à l'apprenant d'utiliser des stratégies particulières d'auto-apprentissage et de développer par conséquent, une autonomie de pensée et d'organisation (Quintin, 2013). Toutefois, l'apprentissage collaboratif en autonomie demande un grand investissement de la part de l'enseignant. En effet, l'appropriation des savoirs par l'apprenant lui-même nécessite un encadrement et un accompagnement de ce dernier. Dans cette perspective, l'enseignant doit s'adapter aux besoins individuels et collectifs des apprenants pour atteindre les résultats escomptés d'une telle pédagogie (Bressoux, 2001a ; Ndong, 2011 ; Netto, 2011).

#### **5 CONCLUSION**

La présente étude montre que l'enseignement actif joue un rôle important chez les apprenants sur le plan d'acquisition de connaissances et d'assimilation des concepts de biologie. La création de conditions d'apprentissage favorisant l'autonomie améliore la motivation intrinsèque et établit indirectement un apprentissage plus efficace. Ce mode d'enseignement augmente également la concentration, la motivation et l'interactivité des apprenants lors des séances de cours. A cet effet, l'adoption de la pédagogie active dans le processus d'enseignement/apprentissage de la biologie contribuerait à une compréhension meilleure des concepts enseignés et une participation active des apprenants dans l'acquisition des savoirs. Ces données sont très intéressantes et méritent d'être approfondies en utilisant un échantillonnage plus large et également en dispensant des cours de biologie sur une période plus longue.

## REFERENCES

- [1] L. Audet, « Mémoire sur le développement de compétences pour l'apprentissage à distance : Points de vue des enseignants, tuteurs et apprenants », Document préparé pour le Réseau d'enseignement francophone à distance du Canada (REFAD; [www.refad.ca](http://www.refad.ca)), 2009.
- [2] J. Basque, « Le concept de compétences : Quelques définitions », Montréal, Canada : Projet MAPES (Modélisation de l'approche-programme en enseignement supérieur), Réseau de l'Université du Québec. Accessible en ligne sur le Portail de soutien à la pédagogie universitaire du réseau de l'Université du Québec : <http://pedagogie.quebec.ca>, 2015.
- [3] M.C. Blais, M. Gauchet, D. Ottavi, « Pour une philosophie de l'éducation - Six questions d'aujourd'hui ». Bayard Editions, Paris, 2002.
- [4] P. Bressoux, « Pratiques pédagogiques et évaluation des élèves », In A. Van Zanten (dir.), *L'école l'état des savoirs* (pp. 198-207). Paris : Éditions la découverte, 2001a.
- [5] P. Bressoux, « Réflexions sur l'effet-maître et l'étude des pratiques enseignantes ». *Les Dossiers des Sciences de l'Education*, 5, 35-52, 2001b.
- [6] A. Camilleri, « Introduction de l'autonomie de l'apprenant dans la formation des enseignants ». Centre européen pour les langues vivantes, Éditions du conseil de l'europe, 1999.
- [7] V. Carette, « L'approche par compétences », Dossier XYZep, Numéro 34, Mai 2009 (XYZep est une publication du centre Alain-Savary de l'INRP), 2009.
- [8] V. Carette, S. Kahn, « L'évaluation des compétences ou l'évaluation de l'incertitude ? », In V. Bedin & L. Talbot, *Les points aveugles dans les dispositifs de formation*. Genève : Peter Lang, 2013.
- [9] P.Y. Cusset, « Que disent les recherches sur l'effet enseignant ? », *La note d'analyse*, 232, 1-11, 2011.
- [10] T. Ducrot, « L'autogestion pédagogique en SEGPA, une voie pour l'autodidaxie », *Doctorat d'Université de Paris-Est*, 427, 2013.
- [11] Giordan, Y. Girault, « Les aspects qualitatifs de l'enseignement des sciences dans les pays francophones », UNESCO : Institut international de planification de l'éducation, *Planifier l'offre d'éducation scientifique dans l'enseignement secondaire*, Paris, 1994.
- [12] L. Gutierrez, L. Besse, A. Prost, « Réformer l'école - L'apport de l'éducation nouvelle » (1030-1970). PUG, Grenoble, 2012.
- [13] D. Hameline, A. Jornod, M. Belkaid, « L'école active - Textes fondateurs ». Puf, Paris, 1995.
- [14] C. Lessard, « Évolution du métier d'enseignant et nouvelle régulation de l'éducation », In « Recherche & Formation, N°35 », *Formes et dispositifs de la professionnalisation*. pp. 91-116, 2000.
- [15] M. Madrane, M. Khaldi, M. Talbi, « Un système de formation à l'enseignement des sciences dans le contexte éducatif marocain : des conditions pour une évolution possible », 13p, 2009.
- [16] M. Musial, F. Pradère, A. Tricot, « Comment concevoir un enseignement ? », Bruxelles, De Boeck, 2012.
- [17] L. Ndong, « Didactique des sciences et formation des enseignants de sciences de la vie et de la terre », *RDST*, 3, 179-208, 2011.
- [18] S. Netto, « Professionnalisation du métier d'enseignant et informatique à l'école élémentaire : une approche par la théorie des représentations sociales et professionnelles », *Doctorat d'Université de Toulouse II*, 370p, 2011.
- [19] R. Panckhurst, D. Marsh, « Réel : réseaux d'échanges pédagogiques en e-Learning. Améliorer la qualité de l'apprentissage en favorisant l'autonomie des apprenants », *Actes du 25ème congrès de l'AIPU, « Le défi de la qualité dans l'enseignement supérieur : vers un changement de paradigme »*, 2008.
- [20] J. Quintin, « L'autonomie en question(s) », *Les Langues modernes - Association des professeurs de langues vivantes (APLV)*, 4/2013, pp.17-29, 2013.

## Interface solide-fluide de matrice Yakam : Modélisation et dimensionnement d'une structure satellitaire par la h-version de la méthode des éléments finis

*Lema Nkwalu Blaise<sup>1</sup>, Cimbela Kabongo Joseph<sup>1</sup>, Ntampaka Biruga Benjamin<sup>1</sup>, Makengo Lutimba Hubert<sup>2</sup>, and Kabeya Mukeba Leonard<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Département de physique et techniques appliquées, Faculté des sciences, Université Pédagogique Nationale (UPN), Kinshasa, RD Congo

<sup>2</sup>Université Nationale de Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, RD Congo

<sup>3</sup>Institut Supérieur de Techniques Appliquées (ISTA) Kinshasa, RD Congo

---

Copyright © 2019 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:** DR Congo with the National Program for Space and Technological Research (PNRST), is the subject of improvement of structure of satellite own the himself.

The problem is to simulate and model the structure from the point of view viscoplasticity, vibration and cryogenic behavior at very high altitudes. Sizing will be facilitated by the following approach:

1. cracking among the modes of ruin of structures;
2. the mechanics of fracture among models dealing with the cracking of structures;
3. finite element methods among numerical methods applicable in fracture mechanics.

**KEYWORDS:** modeling; structural mechanics; numerical methods; finite element methods; satellite.

**RÉSUMÉ:** La RDC avec le programme national de recherche spatiale et technologique (PNRST), fait l'objet de l'amélioration de la structure du satellite propre à elle-même.

La problématique est de simuler et modéliser la structure du point de vue viscoplasticité, vibration et comportement cryogénique à des très hautes altitudes. Le dimensionnement sera facilité par l'approche suivante :

1. La fissuration parmi les modes de ruine des structures ;
2. La mécanique de la rupture parmi les modèles traitant de la fissuration des structures ;
3. Les méthodes des éléments finis parmi les méthodes numériques applicables en mécanique de la rupture.

**MOTS-CLEFS:** modélisation; mécanique de structure; méthodes numériques; méthodes des éléments finis; satellite.

### 1 INTRODUCTION

Dans l'introduction de cet article, nous donnons d'abord le cadre dans lequel se place ce travail.

#### 1.1 POSITION DU PROBLÈME

La recherche du bien-être a toujours poussé l'homme à envisager les voies et moyens en vue d'améliorer ses conditions de vie du milieu dans lequel il évolue.

L'être humain s'efforce d'approcher l'omniprésence et l'omniscience par les technologies nouvelles de l'information et communication, qu'aujourd'hui les agences spatiales mondiales essaient de contrôler et de gouverner le monde comme un village dans la globalisation et mondialisation.

Parmi ces agences, la national aeronautic and space administration « NASA », l'agence spatiale européenne « ESA », l'agence spatiale fédérale russe « FKA » et l'administration spatiale de Chine « CNSA » sont celles qui émergent.

Les autres nations tentent aussi de se lancer dans cette nouvelle technologie de l'information et communication tant en Afrique qu'à travers le monde, tels que l'Afrique du sud, South african national agency (SANSA), l'Algérie, agence spatiale

algérienne (ASA), l’Egypte, autorité nationale pour la télécommunication et les sciences de l’espace (NARSS), le Maroc, centre royal de télédétection spatiale, le Nigéria, agence nationale pour le développement et les recherches spatiales du Nigeria.

Cependant, la RDC avec le programme national de recherche spatiale et technologique (PNRST) dont le prototype de satellite a été présenté devant le chef de l’état lors du défilé au Kongo central le 30 juin 2015, fait l’objet de son amélioration de la structure propre à la RDC.

La problématique est de simuler et modéliser la structure du point de vue viscoplasticité, vibration et comportement cryogénique à des très hautes altitudes. Le dimensionnement sera facilité par l’approche suivante :

1. La fissuration parmi les modes de ruine des structures ;
2. La mécanique de la rupture parmi les modèles traitant de la fissuration des structures et
3. Les méthodes des éléments finis parmi les méthodes numériques applicables en mécanique de la rupture.

Une hypothèse simple est de considérer un polygone à  $n$  facettes sur lesquelles chacune porte un ressort, un amortisseur et une masse qui évoluent dynamiquement dans l’interface dite « solide – gaz ».

Cependant, les conflits armés à l’Est de la RDC a rendu ses frontières poreuses, les braconnages, les pillages des matières premières et le déplacement massif de la population à l’intérieur et l’extérieur du pays, créant ainsi un climat d’insécurité et d’instabilité dans le pays.

En effet, cette situation nous pousse à mettre en place de recherche approfondie pour se doter des engins spatiaux (satellite et drones) pouvant contribuer tant soit peu à la croissance économique et au contrôle de son sous-sol, sa flore, sa faune et la mobilité des personnes et biens.

Sur le plan scientifique, la modélisation d’une structure satellitaire par la méthode des éléments finis d’une interface solide-gaz dans « la matrice de Yakam » est une question ouverte en problèmes couplés (mécanique, thermique, énergétique, environnemental et économique).

## 2 LA FISSURATION ET LES AUTRES MODES DE RUINE

Les modes de ruine en mécanique des solides sont nombreux. [1-3] Parmi les principaux, la ruine due à la fissuration est un danger essentiel à prendre en compte lors de la conception de structures à côté d’autres modes comme la ruine par déformation plastique, flambement, fluage, corrosion, etc. La fissuration prend en compte l’existence de défauts de fabrication comme des inclusions ou des vides dans le matériau ou encore de zones d’endommagement à partir desquels des fissures vont s’initier puis se propager pour parvenir à une taille où la structure atteint la ruine.

Différents types de fissuration sont à distinguer :

- La fissuration stable qui comprend
  - La fissuration quasi-statique sous une charge constante ;
  - La fissuration par fatigue sous une charge répétée et
  - La fissuration dynamique lorsqu’une charge est appliquée soudainement;
- La fissuration instable qui est instantanée et à laquelle peut conduire la fissuration stable.

### 2.1 RUPTURE ET ENDOMMAGEMENT

Il y a principalement deux modèles pour représenter la fissuration des structures : la mécanique de l’endommagement et la mécanique de la rupture.

Dans un modèle simple, la relation entre les contraintes  $\sigma$  et les déformations  $\epsilon$  en présence d’endommagement devient  $\sigma = (1 - D)E\epsilon$ , où  $E$  est le module de Young et  $D$  est la variable d’endommagement variant entre 0 et 1 pour laquelle il reste à postuler un modèle d’évolution. La mécanique de l’endommagement est appropriée pour représenter l’initiation de la fissuration à partir de micro-fissures mais aussi d’autres modes de ruine comme le fluage, par exemple.

Au contraire de cette théorie continue, la mécanique de la rupture suppose l’existence d’une ou plusieurs macro-fissures présentes dans le matériau de part et d’autre desquelles les déplacements, déformations et contraintes sont discontinus. La mécanique de la rupture peut s’appliquer soit en conception et dimensionnement après une analyse d’endommagement qui prédit une bande de fort endommagement qui devient modélisée par une fissure, soit en production si une fissure est décelée dans une structure en service pour évaluer la durée de vie résiduelle de celle-ci.

Les équations à résoudre pour obtenir les déplacements, déformations et contraintes en tout point du solide fissuré sont les mêmes que celles pour le solide non-fissuré mais, une condition aux limites supplémentaire sur les nouvelles frontières internes est imposée : les tractions sont connues sur les deux lèvres de la fissure, généralement nulles dans le cas habituel où aucune force n'est exercée sur les bords.

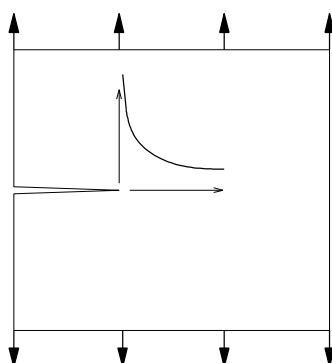


Fig. 2.1. Singularité des contraintes

Il est nécessaire de formuler une loi de comportement pour le matériau étudié. Si le matériau est fragile, un comportement élastique est admis. Il résulte de cette loi que les contraintes deviennent infinies au front de fissure. Cette singularité des contraintes, illustrée sur (la figure 2.1), est proportionnelle à l'inverse de la racine carrée de la distance au front. De manière simplifiée et sur une ligne dans le prolongement de la fissure, la tension est exprimée sous la forme

$$\sigma = \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \quad (2.1)$$

où  $r$  est la distance au front et  $K$  est appelé facteur d'intensité de contrainte. Il dépend de la longueur de la fissure, de la géométrie et des forces appliquées. Cette équation montre que, quel que soit le matériau, il y a une zone de déformation plastique. L'hypothèse de matériau fragile, qui revient à négliger la plasticité dans cette zone, est justifiée et satisfaisante pour décrire le comportement d'un matériau si cette zone est suffisamment petite. Dans le cas contraire, le matériau est dit ductile et une loi de comportement élasto-plastique est adoptée.

## 2.2 MÉTHODES NUMÉRIQUES EN MÉCANIQUE DE LA RUPTURE

La méthode des éléments finis classique a montré son efficacité et sa puissance pour résoudre de nombreux problèmes en mécanique des solides [4]. En effet, pour appliquer cette méthode, une division (appelée maillage) du domaine en sous-domaines dont les frontières doivent correspondre aux frontières du domaine est nécessaire. Comme les frontières internes changent d'une analyse à l'autre, cette opération de maillage doit être recommencée à chaque étape, au moins dans une zone entourant la formation des nouvelles frontières. On distingue trois familles principales de méthodes numériques plus appropriées que la méthode classique des éléments finis pour la propagation de fissures. Nous les schématisons sur la (figure 2.2) et les décrivons ci-dessous dans l'ordre chronologique de leur apparition.

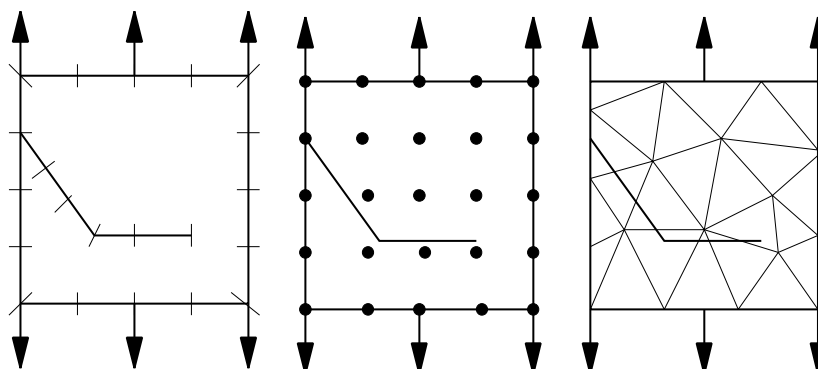


Fig. 2.2. Trois méthodes numériques pour l'analyse des corps fissurés



### 2.2.1 MÉTHODE DES ÉLÉMENTS DE FRONTIÈRE

Elle est appliquée aux problèmes de mécanique de la rupture depuis une vingtaine d'années, elle présente pour principale caractéristique de ne demander qu'une discrétisation de la frontière du domaine et non de l'intérieur. Le travail de remaillage entre chaque étape est donc minime puisqu'il suffit d'ajouter un ou quelques éléments sur les incréments de fissure. Pour ces problèmes, un maillage de la zone plastifiée est nécessaire, ce qui fait perdre une grande partie des avantages de la méthode. Les articles sur ce sujet sont nombreux, comme par exemples Portela et al. [5] et Yan et al. [6] pour la fissuration à deux dimensions et Mi et al. [7] à trois dimensions.

### 2.2.2 MÉTHODE SANS MAILLAGE

Elle est appliquée aux problèmes de mécanique de la rupture depuis 1994, cette méthode est plus proche de la méthode des éléments finis que la méthode précédente. Elle se base sur la résolution de la forme faible des équations aux dérivées partielles par une méthode de Galerkin comme en éléments finis, mais par contre l'approximation du champ de déplacement qui est construite pour être introduite dans la forme faible ne nécessite pas de maillage. Seul un ensemble de nœuds est réparti dans le domaine et l'approximation du champ de déplacement en un point ne dépend que de la distance de ce point par rapport aux nœuds qui l'entourent et non de l'appartenance à un certain élément fini.

### 2.2.3 MÉTHODE DES ÉLÉMENTS FINIS ÉTENDUE

Elle est la plus connue sous le sigle XFEM (pour eXtended Finite Element Method) et parfois appelée méthode des éléments finis généralisée, elle est appliquée aux problèmes de mécanique de la rupture depuis 1999. Elle se base sur la méthode des éléments finis avec un maillage normal en remplaçant les éléments qui sont coupés par une fissure par des éléments spéciaux possédant quelques degrés de liberté supplémentaires qui permettent de représenter un champ de déplacement discontinu de part et d'autre de celle-ci. La propagation est simulée en remplaçant les éléments nouvellement traversés par une fissure par un élément spécial. Moës et al. [8] présentent la méthode à deux dimensions et Moës et al. [9] et Gravouil et al. [10] présentent la méthode à trois dimensions.

## 3 STRUCTURES ET SA RÉSISTANCE

### 3.1 DÉFINITION DES STRUCTURES

La mécanique des structures se définit comme la mécanique des solides de dimensions finies où une des dimensions au moins est faible devant les autres Laroze S. et al. [11], [12-13], la mécanique des structures couvre donc un grand nombre de géométries dont les plus courantes sont les poutres (1D), les plaques et coques (2D), et les solides axisymétriques (2D) (figure 2.1). En observant la géométrie des structures étudiées, des hypothèses peuvent être faites quant à la cinématique qui prévaut dans ces solides. Toute la difficulté de ce type d'approche réside dans le choix judicieux de cette cinématique qui doit être suffisamment riche pour observer tous les phénomènes rencontrés durant l'utilisation des structures considérées, mais assez simple pour permettre des résolutions analytiques. Parmi les quatre types nous nous concentrons sur la plaque et la poutre.

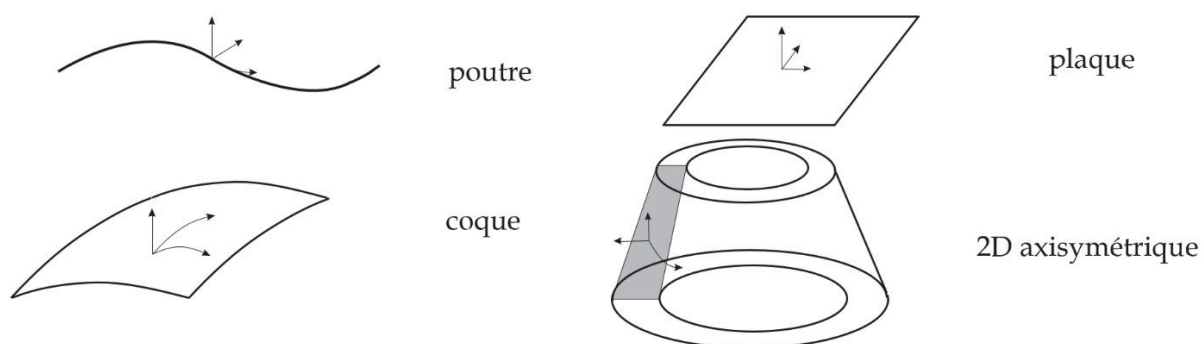


Fig. 2.1. Type de structures

### 3.2 RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

La résistance des matériaux est un cadre restreint, mais utilisable pour la plupart des applications courantes, pour traiter des problèmes de mécanique des structures. Principalement, les hypothèses simplificatrices de la RdM portent sur des conditions de réversibilité et de linéarité. Les études en RdM sont conduites sous les hypothèses suivantes :

- Cadre de l'hpp : petites déformations, petits déplacements (pas de flambage ou de striction par exemple) ;
- Les matériaux constitutifs sont élastiques linéaires isotropes ;
- Les problèmes appartiennent au domaine de la statique, ou sont supposés quasi statiques ;
- Principe de Saint-Venant : loin de son point d'application, une sollicitation extérieure peut être remplacée par son torseur équivalent ;
- Principe de superposition : quel que soit l'ordre d'application des efforts extérieurs sur un solide, l'état final est invariant.

Sous ces hypothèses, la RdM permet de traiter des problèmes de poutres, plaques, coques, ... Il faut maintenant se faire une idée de la notion de modélisation géométrique des solides. Ceci fait l'objet particulièrement des poutres et plaques qui nous serviront sur la structure satellitaire.

Considérons une poutre avec les hypothèses sur sa géométrie qui permettent de représenter un solide 3D élancé par sa ligne moyenne. Ceci s'applique également aux plaques et coques où cette fois-ci l'épaisseur étant faible devant les autres dimensions le solide est remplacé par le feuillet moyen correspondant. C'est pourquoi nous définissons une poutre comme un solide engendré par une aire plane  $S$  qui est immobile ou déplacée dans l'espace, de sorte que durant son mouvement le centre de gravité  $G$  de la section  $S$  parcourt une ligne donnée  $L$ , et que l'aire se maintienne constamment normale à cette surface (figure 2.2). De plus, la section peut varier au cours de ce parcours, mais de façon continue, i.e. le profil ne doit pas présenter de discontinuités. La ligne  $L$  est appelée fibre moyenne de la poutre. Une poutre est dite :

- Gauche si la ligne  $L$  suit une courbe gauche ;
- Plane si la ligne  $L$  suit une courbe plane ;
- Droite si la ligne  $L$  suit une droite.

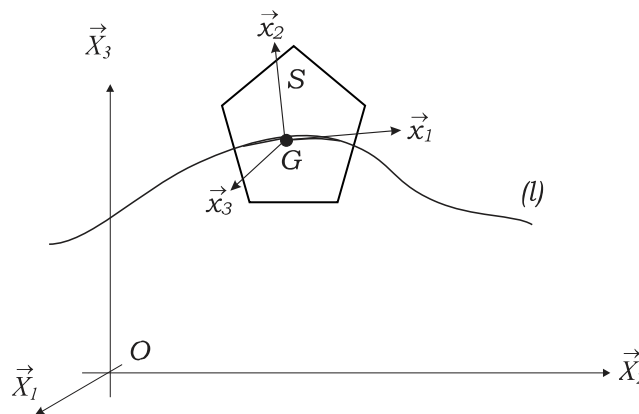


Fig. 2.2. Définition géométrique d'une poutre

## 4 ETAT DE L'ART DU SATELLITE

### 4.1 DÉFINITION

Le satellite est une planète qui tourne autour d'une autre planète plus grande. Ainsi, l'homme en copiant la nature a mis au point le satellite artificiel qui n'est qu'un engin placé en orbite autour de la terre ou d'une autre planète [14]. Dans la suite de notre travail nous appellerons le satellite artificiel par satellite tout court. Pour notre part le modèle simple d'une masse attachée à une corde en mouvement curviligne définit le satellite.

## 4.2 TYPES DE SATELLITE

Il existe plusieurs types de satellite dans le monde. Tous les satellites tournent autour de la terre sur des orbites très différents. Certains suivent le plan de l'équateur d'autres passent par les pôles et d'autres encore circulent entre les deux. Les principaux sont entre autres :

Les satellites de télécommunications, les satellites météorologiques, les satellites d'alerte avancée, les satellites d'aide à la navigation, les satellites espions, les satellites astronomiques...

## 4.3 POSITIONNEMENT DES SATELLITES

La (figure 4.1) illustre les différents positionnements des satellites, il s'agit des satellites à orbite terrestre basse, des satellites à orbite moyenne, des satellites à orbite géostationnaire, des satellites à orbite haute.

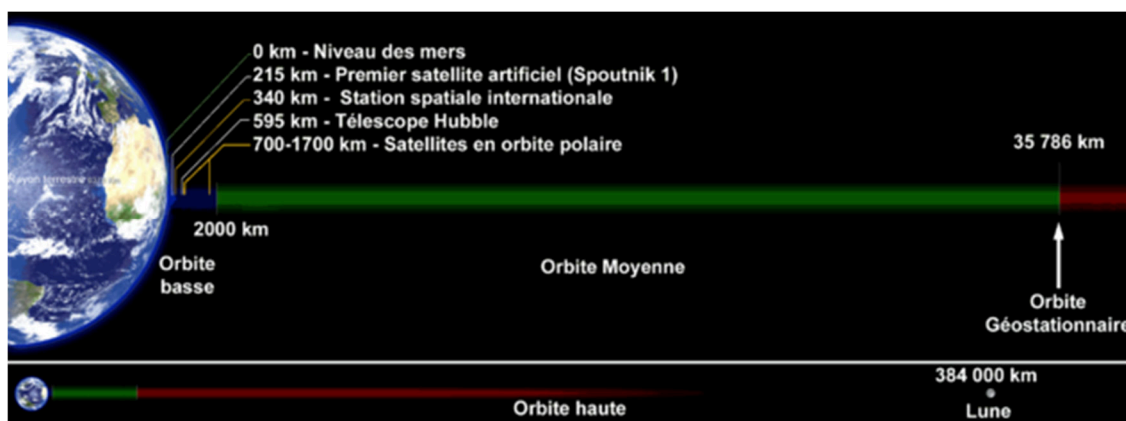


Fig. 4.1. Positionnement des satellites [15]

L'interprétation du vol ariane 5 est donné par les digrammes de la (figures 1.8a) et la (figure 1.8b) ci-dessous.

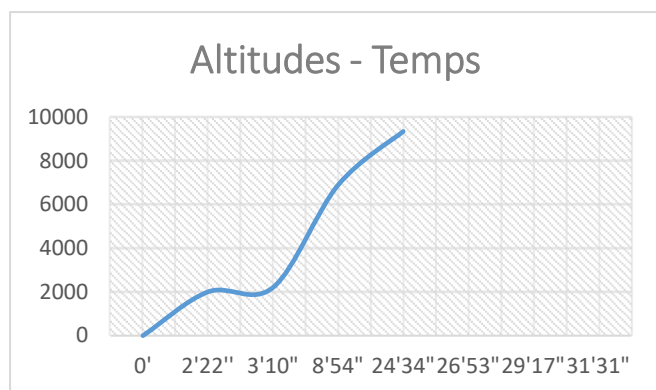


Fig. 4.2a : diagramme altitudes-temps

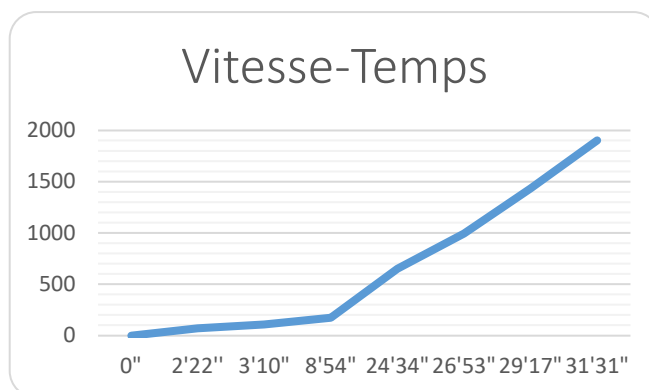


Fig. 4.2b. diagramme vitesse-temps. [14]

**Tableau 4.1 : chronologie des satellites [14]**

Date	Observation
1932	Invention du Tube à ondes progressives composant central des futurs satellites de télécommunications
1945	Arthur C. Clarke publie un article sur le rôle que pourrait jouer des satellites de télécommunications placés en orbite géostationnaire
1955	John R. Pierce publie un article détaillant les caractéristiques, les avantages et les coûts d'un satellite de télécommunications
1956	Inauguration du premier câble transatlantique (TAT-1) permettant d'assurer des télécommunications longue distance à travers les océans
1957	Début de l'ère spatiale : premier satellite artificiel placé en orbite (Spoutnik 1)
1958	SCORE premier satellite de télécommunications expérimental (satellite passif)
1961	Développement des satellites de télécommunications expérimentaux Telstar 1, RELAY et Syncom
1961	Lancement de Telstar et Relay
1962	L'administration américaine Kennedy fournit un cadre réglementaire pour les télécommunications spatiales : le Communications Satellite Act de 1962
1963	Lancement de Syncom, premier satellite géostationnaire
1964	Création de l'organisation internationale Intelsat chargée de gérer le système de télécommunications spatiales des pays membres
1965	Lancement de Intelsat I premier satellite de télécommunications opérationnel
1969	Lancement de la série Intelsat III fournissant une couverture complète de la planète
1972	Lancement du satellite canadien Anik A1 premier satellite de télécommunications domestique
1975	Intelsat IVA : premier satellite à utiliser la double polarisation
1974	Symphonie ; satellite de télécommunications franco-allemand
1975	Satcom-1 (en) premier satellite commercial stabilisé 3 axes et de diffusion de programmes de télévision
1976	Marisat F1 : premier satellite de télécommunications reliant des mobiles (navires)
1977	Création de l'organisation internationale Eutelsat exploiter la première génération de satellites de communication commandés par l'Agence spatiale européenne (ESA)
1979	Création de l'organisation internationale Inmarsat pour gérer les systèmes de télécommunications spatiales maritimes et les systèmes de prévention des risques et de secours via le segment spatial
1988	Inauguration de TAT-8 (en) premier câble transatlantique utilisant la fibre optique annonce le glas du marché des communications téléphoniques longue distance par satellite
1993	Création de la norme de codage du signal pour la diffusion par satellite de programmes de télévision DVB-S
1995-2001	La bulle internet suscite de nombreux projets de constellations de satellites en orbite basse
1998	Mise en service du premier réseau de téléphonie par satellite : Iridium. Première constellation de satellites en orbite basse.
2001	Privatisation des organisations internationales Intelsat et Inmarsat
2010	Ka-Sat, satellite d'Eutelsat pour le haut-débit en orbite GEO : 11 kW, 5800 kg au lancement 80 faisceaux, 70 Gbit/s soit 1 million de connexions de type ADSL
2015	1ers satellites géostationnaires tout électriques (Eutelsat 115 West B & ABS-3A) fabriqués par Boeing. Mise à poste : 8 mois.
2017	1er satellite géostationnaire tout électrique Airbus DS: 3500 kg, 12 kW Eutelsat 172 B. Mise à poste : 4 mois.

## 5 MODÉLISATION DE LA STRUCTURE

### 5.1 PROBLÈMES DE LA MODÉLISATION « RÉELLE »

Partant de l'hypothèse simple, considérant un ressort, un amortisseur et une masse dynamiquement alignés sur un feuillet (figure 5.1) en interface de "Yakam Matrix" nous avons modélisé un satellite à 5 facettes (figure 5.2).

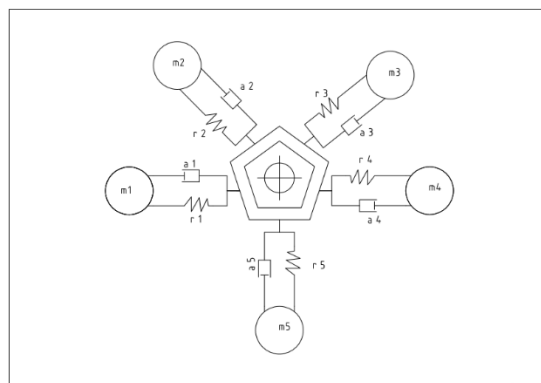
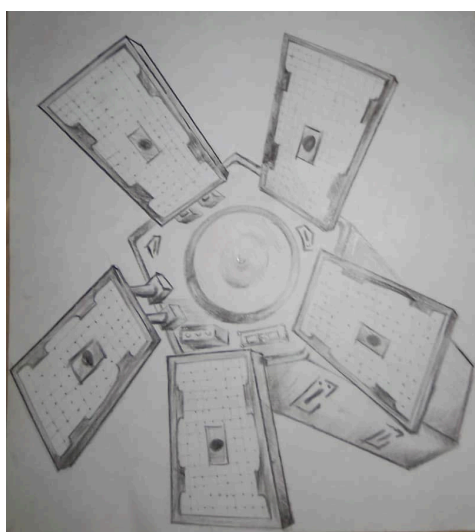
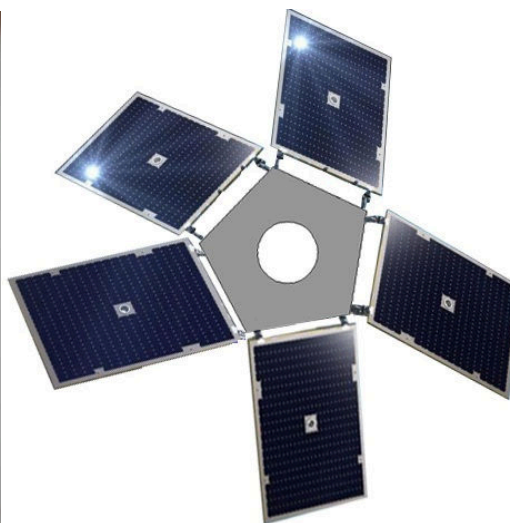


Figure 5.1 : schéma du satellite LKT



(a)



(b)

Figure 5.2: satellite LKT à 5 panneaux solaires

Les calculs des supports des panneaux solaires du satellite nous conduits à l'application poutres en flexion. On peut souhaiter avoir des poutres dites d'égale résistance, c'est-à-dire que l'état de contrainte soit le même partout dans la poutre. Ceci assure une homogénéité dans toute la poutre, et donne l'assurance qu'en tout point de la poutre la résistance du matériau constitutif ne sera pas dépassée si le dimensionnement est effectué correctement.

Nous allons appliquer ce principe à la structure du satellite avec un effort réparti vertical d'intensité  $p_y$  constante représentant la charges des panneaux (figure 5.3). La section de cette poutre est rond creux :  $D = 60.0$   $t = 20.0$  (mm)

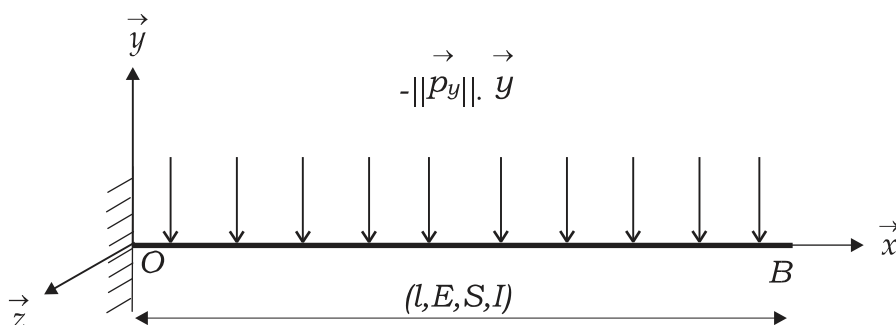


Figure 5.3 : poutre console soumise à une charge répartie  $p_y$  constante

## RÉSOLUTION DU PROBLÈME POSÉ SUR LA FIGURE 5.1

Nous allons :

- Poser le problème à résoudre pour déterminer complètement les quantités cinématiques et statiques (équations d'équilibre + conditions aux limites) ;
- Exprimer les déplacements en tout point  $x$  ;
- Tracer le diagramme des efforts tranchants et des moments fléchissant.

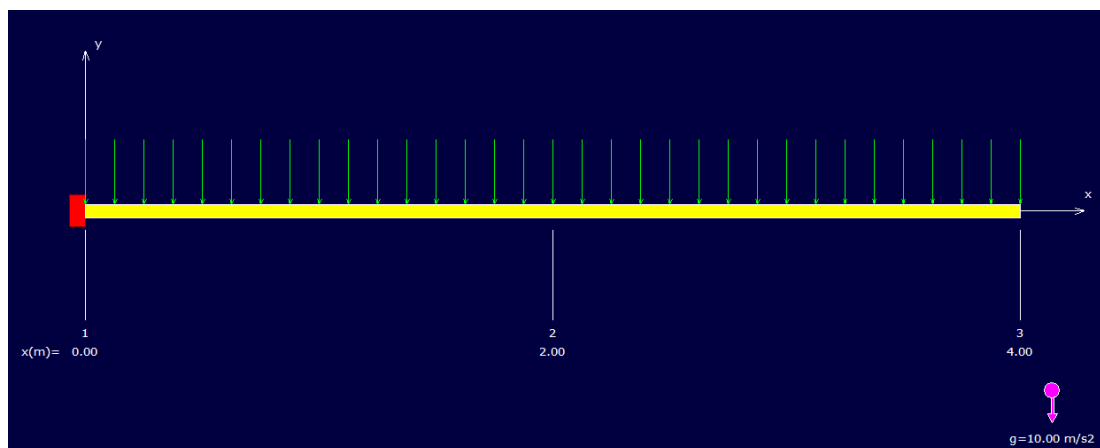


Figure 5.4 : poutre chargée

## Données du problème

### Matériau

Nom du matériau = Acier 45 SCD 6

Module de Young = 220000 MPa

Masse volumique = 7850 kg/m<sup>3</sup>

Limite élastique = 1450 MPa

Noeuds [ m ]

Noeud 1 :  $x = 0.000$

Noeud 2 :  $x = 2.000$

Noeud 3 :  $x = 4.000$

### Section(s) droite(s)

Noeuds 1 --> 3

Rond creux :  $D = 60.0$  t = 20.0 (mm)

Aire = 25.13 cm<sup>2</sup>

Moment quadratique :  $I_z = 62.83$  cm<sup>4</sup>

Fibre supérieure :  $v_y = 30.00$  mm Wel.z = 20.94 cm<sup>3</sup>

Fibre inférieure :  $v_y = 30.00$  mm Wel.z = 20.94 cm<sup>3</sup>

Poids de la structure = 789.17 N ( $g = 10.00 \text{ m/s}^2$ )

Liaison(s) nodale(s)

## Noeud 1 : Encastrement

Cas de charge(s)

Charge linéairement répartie : Noeuds = 1 -> 2  $p_{y0} = -60.00$   $p_{y1} = -60.00$  N/m

Charge linéairement répartie : Noeuds = 2 -> 3  $p_{y0} = -60.00$   $p_{y1} = -60.00$  N/m

Le poids propre est pris en compte ( $g = 10.00$  m/s<sup>2</sup>)

## Résultats

Déplacements nodaux [ m , ° ]

Noeud Flèche Pente

1 0.000E+000 0.000E+000

2 -2.110E-002 -9.954E-001

3 -5.956E-002 -1.138E+000

Dy maximal = 0.00000E+000 m , x = 0.000 m

Dy minimal = -5.95626E-002 m , x = 4.000 m

Efforts intérieurs [ N N.m MPa ]

Ty = Effort tranchant Mfz = Moment fléchissant Sxx = Contrainte normale

Noeud Ty Mfz Sxx

1 -1029.17 -2058.34 -98.28

2 -514.58 -514.58 -24.57

2 -514.58 -514.58 -24.57

3 0.00 0.00 0.00

Moment fléchissant maximal = 0.00 N.m à 4.000 m

Moment fléchissant minimal = -2058.34 N.m à 0.000 m

Contrainte normale maximale = 98.28 MPa à 0.000 m

Contrainte normale minimale = -98.28 MPa à 0.000 m

## Action(s) de liaison [ N N.m ]

Noeud 1  $F_y = 1029.17$   $M_z = 2058.34$

Informations sur le calcul

Pivot minimal = 2.59181393921175E+0004

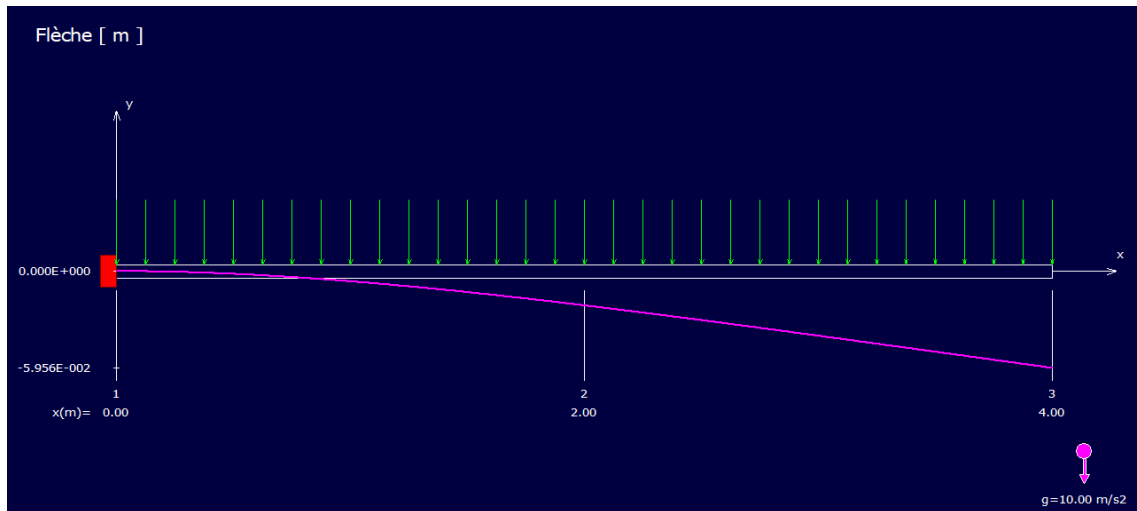


Figure 5.5 : diagramme de la flèche

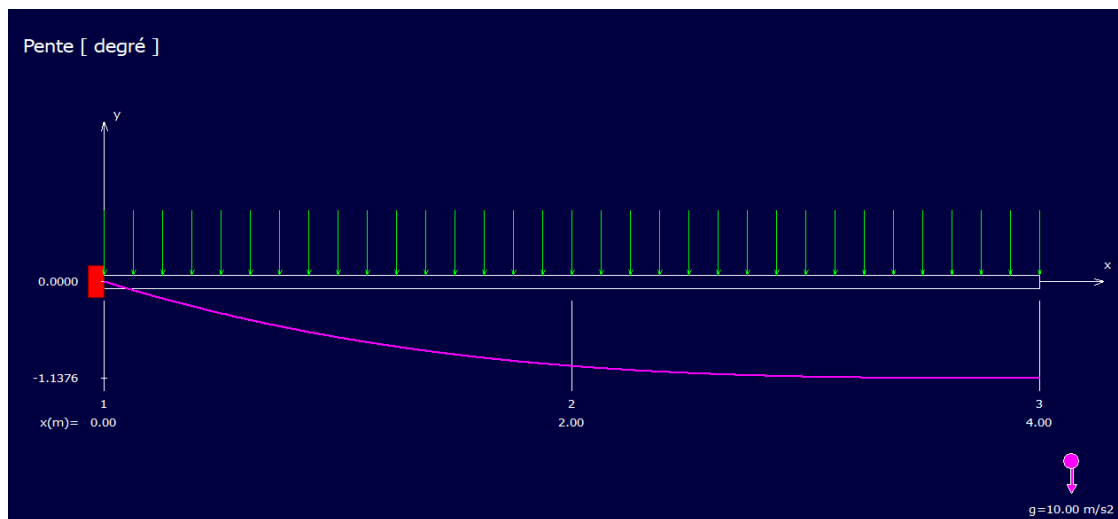


Figure 5.6 : diagramme de la pente

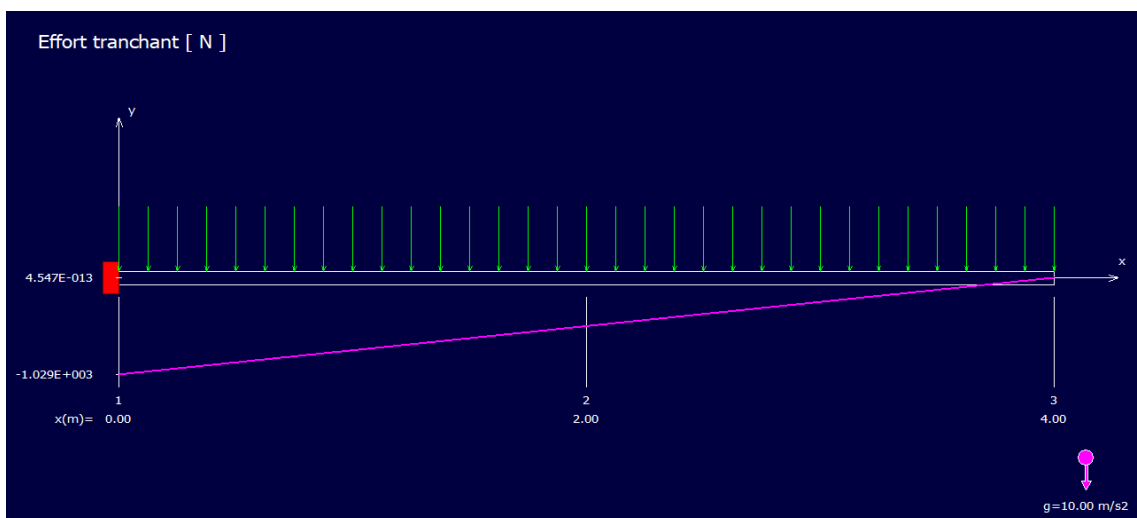


Figure 5.7 : diagramme de l'effort tranchant



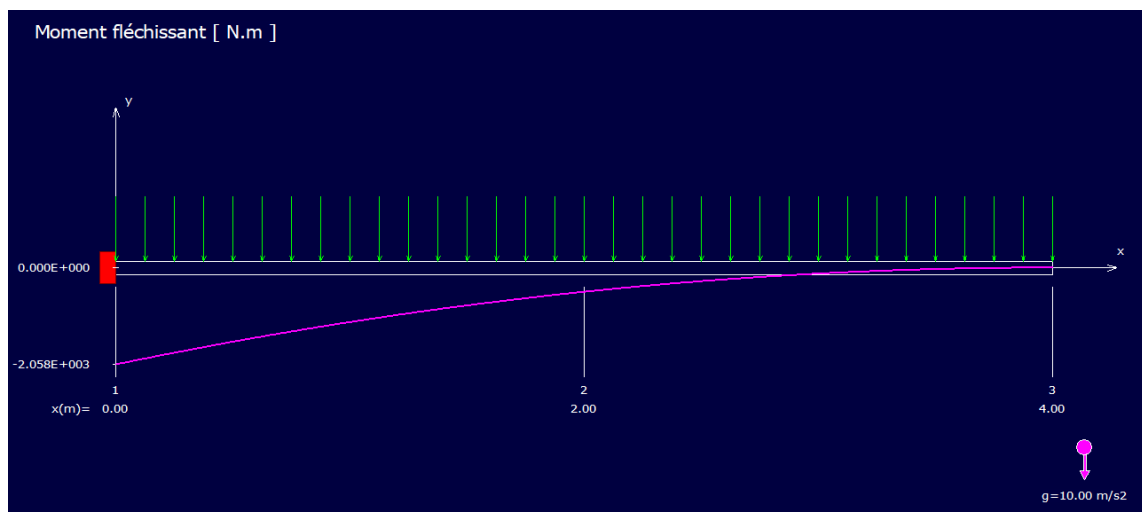


Figure 5.8 : diagramme de moment fléchissant

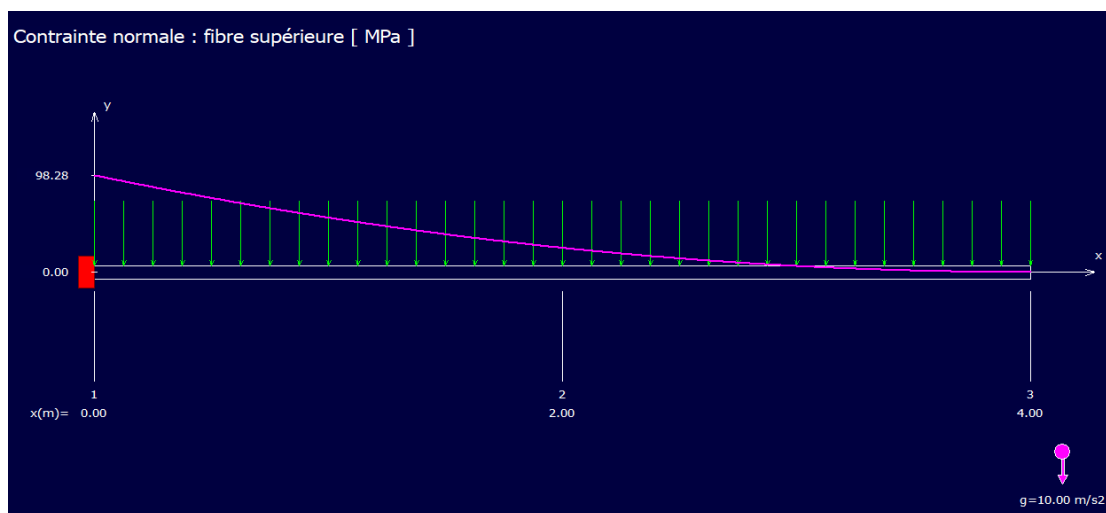


Figure 5.9 : diagramme de la contrainte normale : fibre supérieure

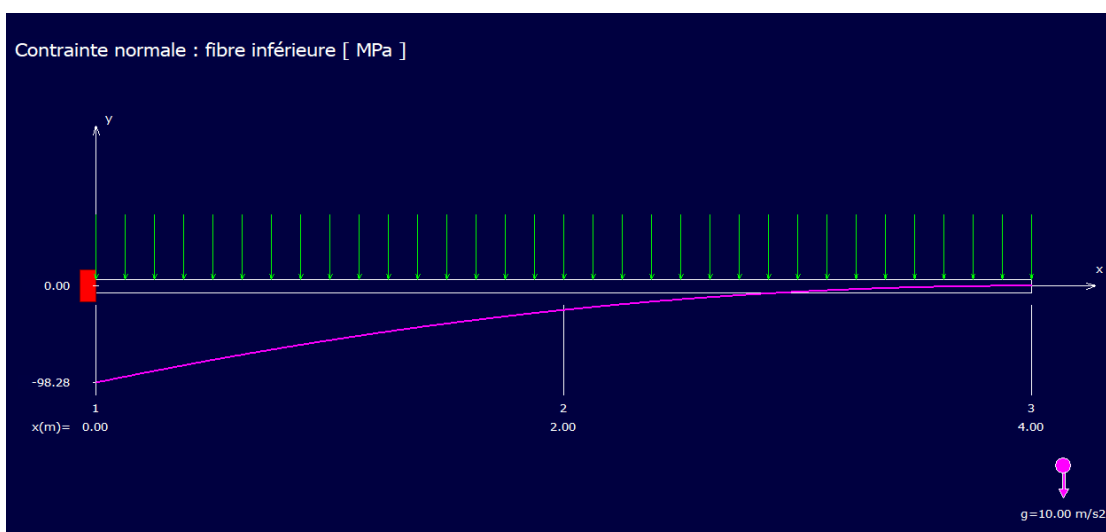


Figure 5.10 : diagramme de la contrainte normale : fibre inférieure

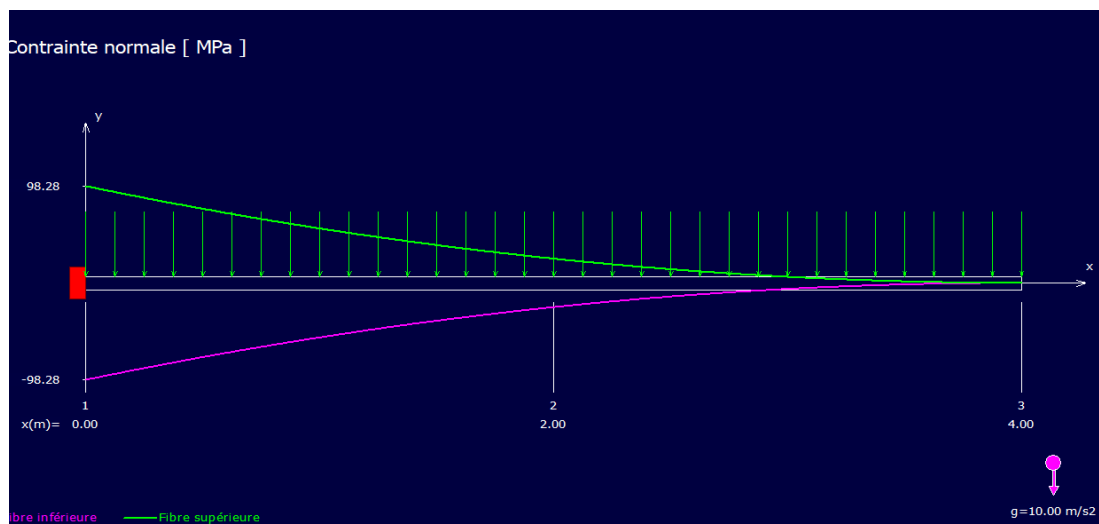


Figure 5.11 : diagramme de la contrainte normale

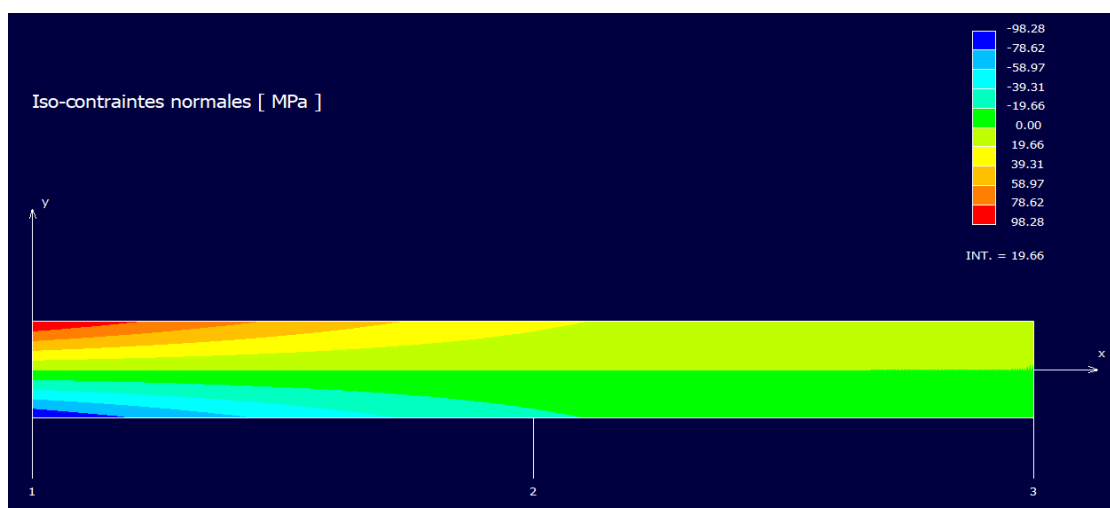


Figure 5.12 : diagramme des iso-contraintes normales

## 6 CONCLUSION

Les sollicitations squelettiques moyennes développées dans cet article, nous a permis de mettre en lumière les différentes sollicitations que subit la plateforme de notre satellite, plus précisément le support des panneaux solaires. La complexité de la structure exige des études approfondies pour éviter en gestion de pôle de risque toute défaillance, car une fois à l'espace, la maintenance est inexistante. Raison pour laquelle, notre étude limitée sur la structure supportant les panneaux solaires montre que les conditions de résistance et bien d'autres ont été respectées ; son ossature évoluera dans une zone élastique sans atteindre la rupture.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à la rédaction de cet article, en particulier, le professeur Kabeya Mukeba leonard, le professeur Makengo Lutimba Hubert et le professeur Cimbela Kabongo Joseph, car leurs disponibilités et conseils ont été une aide précieuse.

## REFERENCES

- [1] Griffith, A. A. (1920). The phenomena of rupture and flow in solids. *Philosophical Transactions of the Royal Society of Londres*.
- [2] Hegen, D. (1996). Element-free Galerkin methods in combination with finite element approaches. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*.
- [3] Dhatt G., and Touzot G. (1984), The finite element method displayed, J. Ziley & Sons, New York.
- [4] Réthoré J. (2005), Méthode éléments finis étendus en espace et en temps : application à la propagation dynamique des fissures. Thèse de doctorat, INSA Lyon.
- [5] Portela A., Aliabadi M. et Rooke D. (1991). The dual boundary element method : Effective implementation for crack problem. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [6] Yan A. M. et Nguyen-Dang, H. (1995). Multiple-cracked fatigue crack growth by BEM. *Computational Mechanics*.
- [7] Mi Y. et Aliabadi M. H. (1993). Three-dimensional crack growth simulation using BEM. *Computers and Structures*.
- [8] Moës N., Dolbow J. et Belytschko T., (1999). A finite element method for crack growth without remeshing. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [9] Moës N., Gravouil A. et Belytschko T., (2002). Non-planar 3d crack growth by the extended finite element and level sets—part I : Mechanical model. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [10] Gravouil A., Moës N. et Belytschko, T., (2002). Non-planar 3d crack growth by the extended finite element and level sets—part II : Level set update. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [11] (Laroze S. et Barrau J.J., 1991), Mécanique des structures, tome 2 poutres, Éd. Masson
- [12] Chaussedent S. : Mécanique des milieux continus. NUME Phy, Univ. du Maine, Le mans.
- [13] Lema N. B., (2013), DEA, contribution au dimensionnement d'une structure hydroglisseuse en prototype modèle conceptuel d'un aéroboat local.
- [14] Wikipédia.
- [15] France Télécom, (2001), Commission Supérieure Technique de l'Image et du Son, Communiqué de presse, Paris.

## Modélisation d'une structure hydroglisseuse par la méthode des éléments finis

### [ Modeling of a hydroplane structure by the finite element method ]

**Lema Nkwalu Blaise<sup>1</sup>, Cimbela Kabongo Joseph<sup>1</sup>, Makengo Lutimba Hubert<sup>2</sup>, and Kabeya Mukeba Leonard<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Département de physique et techniques appliquées, Faculté des sciences, Université Pédagogique Nationale (UPN), Kinshasa, RD Congo

<sup>2</sup>Université Nationale de Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, RD Congo

<sup>3</sup>Institut Supérieur de Techniques Appliquées (ISTA) Kinshasa, RD Congo

---

Copyright © 2019 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:** Global warming is making our rivers become non-navigable during the dry season, following a considerable decline; pushing the population to lock up. It seemed interesting to us to try to overcome this insufficiency by initiating the calculation of a hydroplane leading to a prototype. In this article, we will have to calculate the conditions of resistance of the structure of the hydroplane in maximum load, using the relations of the nonlinear elasticity and the plasticity in fracture mechanics, based on the finite element methods.

**KEYWORDS:** modeling; structural mechanics; numerical methods; finite element methods; hydroplane.

**RÉSUMÉ:** Le réchauffement climatique fait à ce que nos innombrables cours d'eaux deviennent de plus en plus non navigables, pendant la saison sèche, suite à une considérable décrue; poussant ainsi la population en s'enfermer à eux même. Ainsi, face à cet anachronisme des temps modernes, il nous a paru intéressant de tenter de pallier à cette insuffisance en initiant le calcul d'un hydroglisseur conduisant à un prototype modèle. Dans cet article, nous aurons à calculer les conditions de résistances de la structure de l'hydroglisseur en charge maximale, à l'aide des relations de l'élasticité non linéaire et de la plasticité en mécanique de rupture, en se basant sur les méthodes numériques, plus précisément celle des éléments finis.

**MOTS-CLEFS:** modélisation ; mécanique de structure ; méthodes numériques ; méthodes des éléments finis ; hydroglisseur.

## 1 INTRODUCTION

Dans l'introduction de cet article, nous donnons d'abord le cadre dans lequel se place ce travail.

### 1.1 POSITION DU PROBLÈME

La recherche du bien-être a toujours poussé l'homme à envisager les voies et moyens en vue d'améliorer ses conditions de vie du milieu dans lequel il évolue, à partir de l'interface solide-liquide (1-2) et ses applications multiples pour la mobilité.

C'est dans cette optique, que l'homme doit adapter en permanence, des techniques et technologies appropriées aux conditions du milieu pour assurer son développement intégral.

Cependant, le réchauffement climatique fait à ce que nos innombrables cours d'eaux deviennent de plus en plus non navigables, pendant la saison sèche, suite à une considérable décrue.

En effet, cette situation devient plus déplorable à l'associant à l'inexistence d'un réseau adéquat de voies ferrées, routières et aérienne dans la sous-région ; poussant ainsi la population en s'enfermer à eux même et vivre loin de la civilisation suite à leur enclavement.

En outre, pour accroître le secteur touristique, la sous-région peut compter sur les cours d'eaux en expérience d'autre pays vastes comme le Canada et les USA.

Ainsi, face à cet anachronisme des temps modernes, il nous a paru intéressant de tenter de pallier à cette insuffisance dans le passé en initiant le calcul d'un hydroglisseur conduisant à un prototype modèle.

L'intérêt d'un tel sujet montre que construire, c'est prévoir, nous dit un adage scientifique selon notre entendement, dans cet article nous aurons à calculer les conditions de résistances de la structure de l'hydroglisseur à vide et en charge maximale en respectant toutes les normes de la structure élastique jusque dans la zone dite de rupture en mécanique.

Ce concept, une fois assuré, pourrait être un déclic pour la réalisation d'un aéroboat ; en unitaire, afin de produire localement dans notre pays. La République Démocratique du Congo a des voies navigables pour relier Ilebo à Kinshasa, Kisangani à Kinshasa, la ville de Kinshasa à Maluku, de Muanda à Matadi, les hydroglisseurs pourraient avoir un impact socio-économique visible dans le futur.

Nous limitons la présente étude, aux calculs de la structure du corps compartiment par compartiment, anneau par anneau. A l'aide des relations de l'élasticité non linéaire et de la plasticité en mécanique de rupture en se basant sur les méthodes numériques en mécanique de la rupture plus précisément la méthode des éléments finis.

## 2 LA FISSURATION ET LES AUTRES MODES DE RUINE

Les modes de ruine en mécanique des solides sont nombreux. [1-3] Parmi les principaux, la ruine due à la fissuration est un danger essentiel à prendre en compte lors de la conception de structures à côté d'autres modes comme la ruine par déformation plastique, flambement, fluage, corrosion, etc. La fissuration prend en compte l'existence de défauts de fabrication comme des inclusions ou des vides dans le matériau ou encore de zones d'endommagement à partir desquels des fissures vont s'initier puis se propager pour parvenir à une taille où la structure atteint la ruine.

Différents types de fissuration sont à distinguer :

- La fissuration stable qui comprend
  - La fissuration quasi-statique sous une charge constante,
  - La fissuration par fatigue sous une charge répétée et
  - La fissuration dynamique lorsqu'une charge est appliquée soudainement;
- La fissuration instable qui est instantanée et à laquelle peut conduire la fissuration stable.

### 2.1 RUPTURE ET ENDOMMAGEMENT

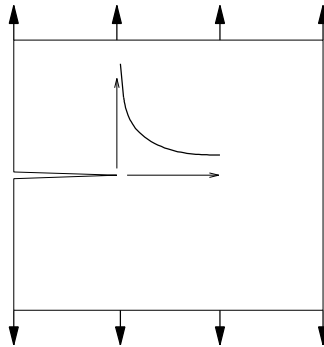
Il y a principalement deux modèles pour représenter la fissuration des structures : la mécanique de l'endommagement et la mécanique de la rupture.

Dans un modèle simple, la relation entre les contraintes  $\sigma$  et les déformations  $\epsilon$  en présence d'endommagement devient  $\sigma = (1 - D)E\epsilon$ , où  $E$  est le module de Young et  $D$  est la variable d'endommagement variant entre 0 et 1 pour laquelle il reste à postuler un modèle d'évolution. La mécanique de l'endommagement est appropriée pour représenter l'initiation de la fissuration à partir de micro-fissures mais aussi d'autres modes de ruine comme le fluage, par exemple.

Au contraire de cette théorie continue, la mécanique de la rupture suppose l'existence d'une ou plusieurs macro-fissures présentes dans le matériau de part et d'autre desquelles les déplacements, déformations et contraintes sont discontinus. La mécanique de la rupture peut s'appliquer soit en conception et dimensionnement après une analyse d'endommagement qui prédit une bande de fort endommagement qui devient modélisée par une fissure, soit en production si une fissure est décelée dans une structure en service pour évaluer la durée de vie résiduelle de celle-ci.

Les équations à résoudre pour obtenir les déplacements, déformations et contraintes en tout point du solide fissuré sont les mêmes que celles pour le solide non-fissuré mais une condition aux limites supplémentaire sur les nouvelles frontières

internes est imposée : les tractions sont connues sur les deux lèvres de la fissure, généralement nulles dans le cas habituel où aucune force n'est exercée sur les bords.



**Fig. 2.1 – Singularité des contraintes**

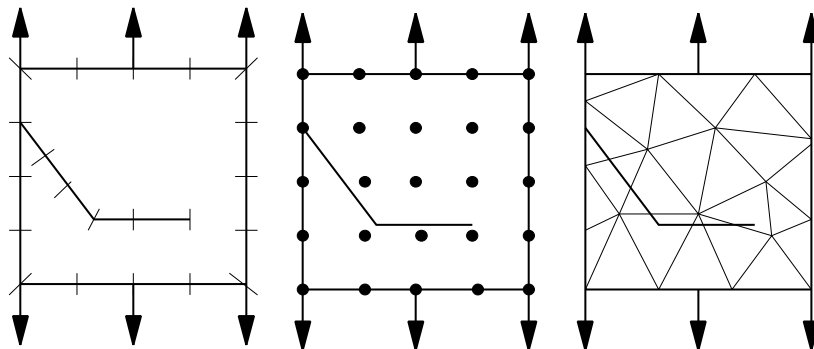
Il est nécessaire de formuler une loi de comportement pour le matériau étudié. Si le matériau est fragile, un comportement élastique est admis. Il résulte de cette loi que les contraintes deviennent infinies au front de fissure. Cette singularité des contraintes, illustrée sur (la figure 2.1), est proportionnelle à l'inverse de la racine carrée de la distance au front. De manière simplifiée et sur une ligne dans le prolongement de la fissure, la tension est exprimée sous la forme

$$\sigma = \frac{K}{\sqrt{2\pi r}} \quad (2.1)$$

Où  $r$  est la distance au front et  $K$  est appelé facteur d'intensité de contrainte. Il dépend de la longueur de la fissure, de la géométrie et des forces appliquées. Cette équation montre que, quel que soit le matériau, il y a une zone de déformation plastique. L'hypothèse de matériau fragile, qui revient à négliger la plasticité dans cette zone, est justifiée et satisfaisante pour décrire le comportement d'un matériau si cette zone est suffisamment petite. Dans le cas contraire, le matériau est dit ductile et une loi de comportement élasto-plastique est adoptée.

## 2.2 MÉTHODES NUMÉRIQUES EN MÉCANIQUE DE LA RUPTURE

La méthode des éléments finis classique a montré son efficacité et sa puissance pour résoudre de nombreux problèmes en mécanique des solides [4]. En effet, pour appliquer cette méthode, une division (appelée maillage) du domaine en sous-domaines dont les frontières doivent correspondre aux frontières du domaine est nécessaire. Comme les frontières internes changent d'une analyse à l'autre, cette opération de maillage doit être recommencée à chaque étape, au moins dans une zone entourant la formation des nouvelles frontières. On distingue trois familles principales de méthodes numériques plus appropriées que la méthode classique des éléments finis pour la propagation de fissures. Nous les schématisons sur la (figure 2.2) et les décrivons ci-dessous dans l'ordre chronologique de leur apparition.



**Fig. 2.2 – Trois méthodes numériques pour l'analyse des corps fissurés**

### 2.2.1 MÉTHODE DES ÉLÉMENTS DE FRONTIÈRE

Elle est appliquée aux problèmes de mécanique de la rupture depuis une vingtaine d'années, elle présente pour principale caractéristique de ne demander qu'une discrétisation de la frontière du domaine et non de l'intérieur. Le travail de remaillage entre chaque étape est donc minime puisqu'il suffit d'ajouter un ou quelques éléments sur les incréments de fissure. Pour ces problèmes, un maillage de la zone plastifiée est nécessaire, ce qui fait perdre une grande partie des avantages de la méthode. Les articles sur ce sujet sont nombreux, comme par exemples Portela, Aliabadi et Rooke [5] et Yan et Nguyen-Dang [6] pour la fissuration à deux dimensions et Mi et Aliabadi [7] à trois dimensions.

### 2.2.2 MÉTHODE SANS MAILLAGE

Elle est appliquée aux problèmes de mécanique de la rupture depuis 1994, cette méthode est plus proche de la méthode des éléments finis que la méthode précédente. Elle se base sur la résolution de la forme faible des équations aux dérivées partielles par une méthode de Galerkin comme en éléments finis mais par contre l'approximation du champ de déplacement qui est construite pour être introduite dans la forme faible ne nécessite pas de maillage. Seul un ensemble de nœuds est réparti dans le domaine et l'approximation du champ de déplacement en un point ne dépend que de la distance de ce point par rapport aux nœuds qui l'entourent et non de l'appartenance à un certain élément fini.

### 2.2.3 MÉTHODE DES ÉLÉMENTS FINIS ÉTENDUE

Elle est la plus connue sous le sigle XFEM (pour eXtended Finite Element Method) et parfois appelée méthode des éléments finis généralisée, elle est appliquée aux problèmes de mécanique de la rupture depuis 1999. Elle se base sur la méthode des éléments finis avec un maillage normal en remplaçant les éléments qui sont coupés par une fissure par des éléments spéciaux possédant quelques degrés de liberté supplémentaires qui permettent de représenter un champ de déplacement discontinu de part et d'autre de celle-ci. La propagation est simulée en remplaçant les éléments nouvellement traversés par une fissure par un élément spécial. Moës, Dolbow et Belytschko [8] présentent la méthode à deux dimensions et Moës, Gravouil et Belytschko [9] et Gravouil, Moës et Belytschko [10] présentent la méthode à trois dimensions.

## 3 GÉNÉRALITÉS SUR LES HYDROGLISSEURS

Dans ce chapitre, nous essayons de définir un hydroglisseur. Proposer sa constitution et son mode de fonctionnement Lema N.B. [11]. Dans la suite nous illustrons quelques différents types d'hydroglisseur exploités actuellement dans le monde et mal connu dans les pays de l'Afrique subsaharienne et en particulier en RD Congo.

### 3.1 DÉFINITION

Un hydroglisseur est un bateau à fond plat qui est propulsé grâce à une hélice aérienne ou un réacteur [12]. Il tire son énergie de l'air en interface solide-air. Chose différente du bateau qui tire son énergie de l'eau en interface solide-eau.

Bref un hydroglisseur a l'avantage d'avoir au moins une surface mouillée en fonction de sa charge. Par contre le bateau a une surface mouillée avec probabilité d'accrochage rotationnel de son hélice de propulsion.

### 3.2 CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT

#### 3.2.1 CONSTITUTION

L'hydroglisseur est constitué de trois parties principales ; il s'agit de la coque, l'habitacle et la partie génératrice d'énergie de propulsion.

L'ensemble constitue une structure complexe qui nous mènera à se confronter à un problème général du type tiré de (1) ci-après :

$$\Delta(u) = f \text{ dans } \Omega \quad (3.1)$$

De la grandeur  $\Delta$  représente un opérateur appliqué dans le domaine considéré  $\Omega$  de l'hydroglisseur.

La variable d'état vectoriel cherché  $u$  et ou la quantité  $f$  est fonction donnée, car on doit savoir ce que l'on cherche à faire avec une telle machine pour raison de mobilité et de la charge à transporter.

La constitution de l'hydroglisseur comme domaine ( $\Omega$ ) peut se substituer en sous-ensemble de la manière suivante :

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^n \Omega_i \quad (3.2)$$

Où  $i = 1, n$ .

Le cas précité de la structure  $n = 3$  pour raison de simplicité.

### 3.2.2 FONCTIONNEMENT

L'hydroglisseur étant muni d'un moteur thermique produit de l'énergie mécanique à partir de combustible faucille.

Cette énergie entraîne les aubes et les hélices qui permettent selon les angles d'inclinaison à créer une action qui suscite la propulsion de l'hydroglisseur (figure 3.1). Une fois lancé, l'hydroglisseur se redresse en flottaison par réduction de sa surface mouillée qui confère à la minimisation de la trainée lors de contact inter facial solide-liquide de la structure. Le fonctionnement est simple, la seule différence est la non émergence de l'hélice comme dans le bateau (figures 3.2) où l'hydroglisseur est bondé d'une équipe des touristes.

On ignore jusqu'à ce jour les énergies libres inter faciales au niveau de l'hélice et air, et de la coque avec l'eau pour une structure de l'hydroglisseur.



**Figure 3.1 : hélice portée en l'air [13]**



**Figure 3.2 : l'équipe des touristes [14]**

### 3.3 LES DIFFÉRENTES SORTES D'HYDROGLISSEURS

La revue de la littérature nous a permis de récolter quatre types d'hydroglisseurs dont nous n'allons pas entrer dans les détails. Nous allons nous atteler dans la suite aux dimensionnements d'un prototype conception. Il s'agit :

- *hydroglisseur bateau touristique à passagers - PANTHER 33 X 12 - 10 figure (3.3);*
- *hydroglisseur perso figure (3.4) ;*
- *hydroglisseur de Vietnam figure (3.5) ;*
- *hydroglisseur de débarquement Landing-craft-air 2012-02-6-21 figure (3.6).*



**Figure 3.3 : bateau touristique à passagers [15]**



**Figure 3.4 : hydroglisseur perso [16]**





Figure 3.5 : hydroglisseur de Vietnam [17]



Figure 3.6 : hydroglisseur de débarquement Landing-craft-air [18]

## 4 PRINCIPES CONCEPTUELS DE FABRICATION

Ce point nous indique les procédés et la méthode de fabrication des éléments qui constitueront l'Aeroboat ; en commençant par l'échafaudage, la préparation des anneaux et des arcs considérés comme élément de base dans la réalisation de la structure métallique de l'hydroglisseur ; la méthode des anneaux sera optée pour la construction du fuselage de l'Aeroboat.

### 4.1 AEROBOAT

L'Aeroboat vient du mot Aero : air et Boat : bateau, 26m de longueur et 4m de diamètre avec hélice de propulsion. L'Aeroboat est un hydroglisseur avec fuselage, au repos ses flotteurs sont immergés de 50 cm, en mouvement il glisse sur eau et capable d'atteindre la vitesse de 200km/h

### 4.2 LES ANNEAUX

Les anneaux sont des grandes bagues réalisées en tube carré, ce sont des pièces maîtresses dans la fabrication de la structure de l'Aeroboat. Nous utiliserons les anneaux de 4m, 3m et 1,4m de diamètre intérieur pour construire le fuselage et l'entonnoir de l'Aeroboat.

### 4.3 FUSELAGE

Le fuselage de l'Aéroboat est un corps cylindrique droit (figure 4.1). L'échafaudage étant fabriqué, nous allons successivement les 8 premiers anneaux. Ainsi, apparaissent les 7 premiers compartiments du fuselage. En reliant successivement les anneaux entre eux par des tubes longitudinaux parallèles, nous obtenons un corps cylindrique rigide similaire à celui d'un avion. Ce dernier aura trois parties notamment :

- L'habitacle ;
- Les soutes de bagages ;
- Le tunnel d'axes des machines.

En outre, si l'engin est cargo, il aura deux parties, c'est-à-dire la partie habitacle est confondue avec les soutes de bagages.

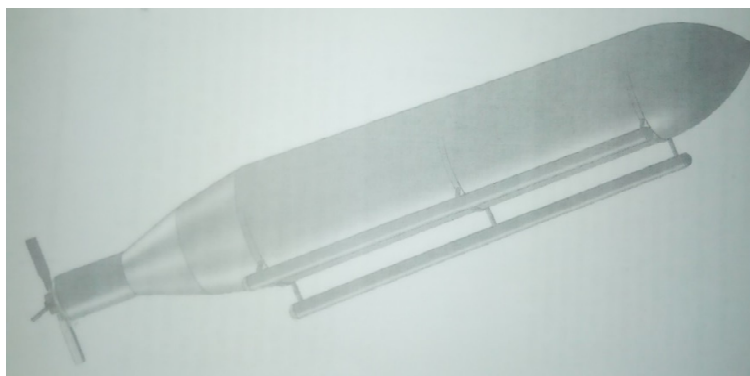


Figure 4.1 : aeroboat.

## 5 CALCUL DE STRUCTURE DE L'AEROBOAT

Nous avons utilisé le logiciel RDM7 pour résoudre les différents calculs de l'ossature de notre hydroglisseur.

### 5.1 RÉSULTATS NUMÉRIQUES

Soit une poutre avec les caractéristiques suivantes :

#### Matériau

Nom du matériau = Acier inoxydable ; Module de Young = 210000 MPa

Masse volumique = 8000 kg/m<sup>3</sup> ; Limite élastique = 250 MPa

#### Noeuds [ m ]

Noeud 1 : x = -2.750 ; Noeud 2 : x = 0.000 ; Noeud 3 : x = 4.500

Noeud 4 : x = 9.000 ; Noeud 5 : x = 12.000 ; Noeud 6 : x = 15.000

Noeud 7 : x = 17.200 ; Noeud 8 : x = 19.360

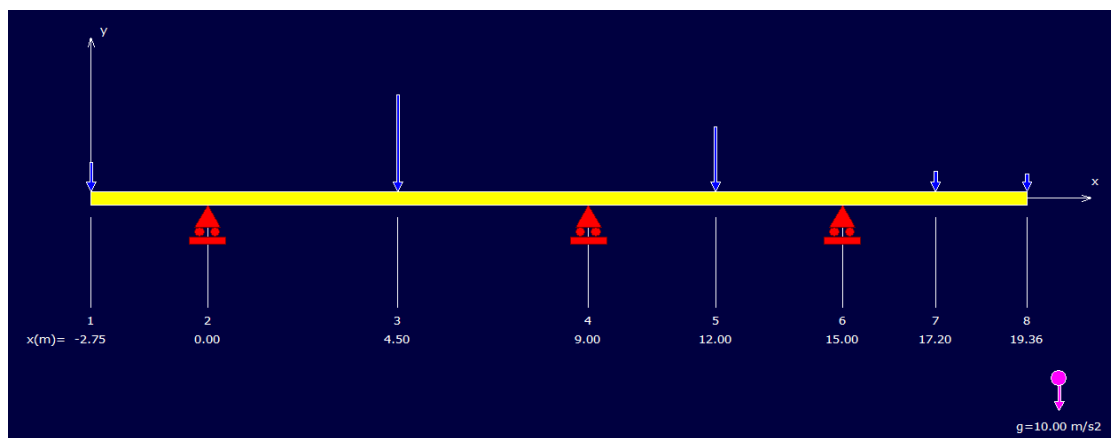


Figure 5.1 : poutre chargée.

Section(s) droite(s)

Noeuds 1 --> 8

Carré plein : C = 60.00 (mm)

Aire = 36.00 cm<sup>2</sup>

Moment quadratique : Iz = 108.00 cm<sup>4</sup>

Fibre supérieure : vy = 30.00 mm Wel.z = 36.00 cm<sup>3</sup>

Fibre inférieure : vy = 30.00 mm Wel.z = 36.00 cm<sup>3</sup>

Poids de la structure = 6367.68 N (g = 10.00 m/s<sup>2</sup>)

Liaison(s) nodale(s)

Noeud 2 : Flèche = 0 ; Noeud 4 : Flèche = 0 ; Noeud 6 : Flèche = 0

Cas de charge(s)

Charge nodale : Noeud = 1 Fy = -1029.00 N Mz = 0.00 N.m

Charge nodale : Noeud = 3 Fy = -3353.00 N Mz = 0.00 N.m

Charge nodale : Noeud = 5 Fy = -2235.00 N Mz = 0.00 N.m

Charge nodale : Noeud = 7  $F_y = -694.00 \text{ N}$   $M_z = 0.00 \text{ N.m}$

Charge nodale : Noeud = 8  $F_y = -610.00 \text{ N}$   $M_z = 0.00 \text{ N.m}$

Le poids propre est pris en compte ( $g = 10.00 \text{ m/s}^2$ )

### Résultats

Déplacements nodaux [ m , ° ]

Noeud Flèche Pente

1 5.409E-002 -7.363E-001

2 0.000E+000 -1.971E+000

3 -1.538E-001 1.796E-002

4 0.000E+000 1.900E+000

5 4.367E-002 1.778E-001

6 0.000E+000 -2.611E+000

7 -1.553E-001 -5.023E+000

8 -3.572E-001 -5.505E+000

Dy maximal = 5.40938E-002 m , x = -2.750 m

Dy minimal = -3.57203E-001 m , x = 19.360 m

### Efforts intérieurs [ N N.m MPa ]

Ty = Effort tranchant Mfz = Moment fléchissant Sxx = Contrainte normale

Noeud Ty Mfz Sxx

1 1029.00 0.00 0.00

2 1821.00 -3918.75 -108.85

2 -2951.44 -3918.75 -108.85

3 -1655.44 6446.73 179.08

3 1697.56 6446.73 179.08

4 2993.56 -4108.28 -114.12

4 -1512.25 -4108.28 -114.12

5 -648.25 -867.53 -24.10

5 1586.75 -867.53 -24.10

6 2450.75 -6923.78 -192.33

6 -2559.68 -6923.78 -192.33

7 -1926.08 -1989.45 -55.26

7 -1232.08 -1989.45 -55.26

8 -610.00 0.00 0.00

Moment fléchissant maximal = 6446.73 N.m à 4.500 m

Moment fléchissant minimal = -6923.78 N.m à 15.000 m

Contrainte normale maximale = 192.33 MPa à 15.000 m

Contrainte normale minimale = -192.33 MPa à 15.000 m

### Action(s) de liaison [ N N.m ]

Noeud 2  $F_y = 4772.44$  ; Noeud 4  $F_y = 4505.81$  ; Noeud 6  $F_y = 5010.43$

Informations sur le calcul

Pivot minimal =  $1.74979715688509E+0004$

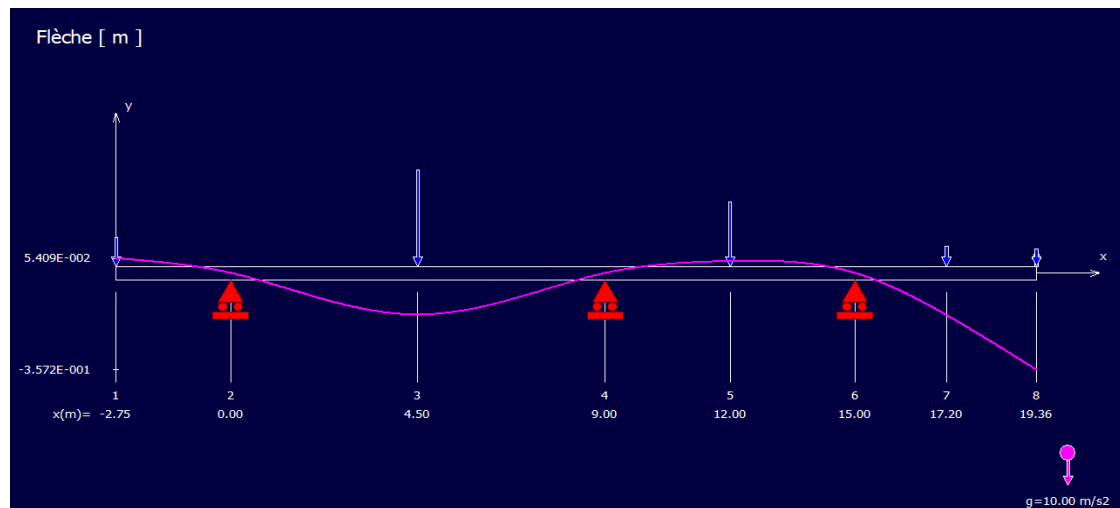


Figure 5.2 : diagramme de la flèche.

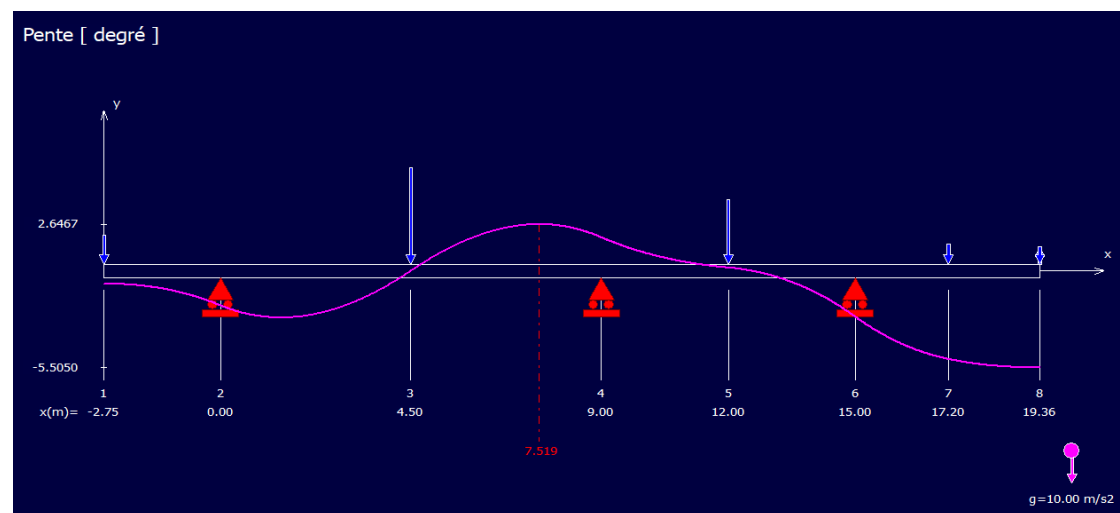


Figure 5.3 : diagramme de la pente.

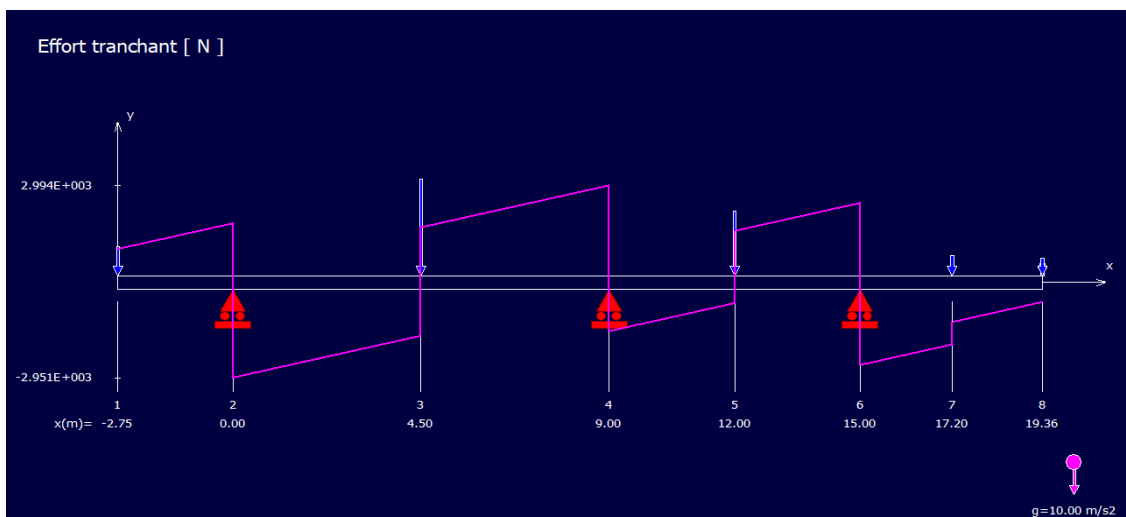


Figure 5.4 : diagramme de l'effort tranchant.

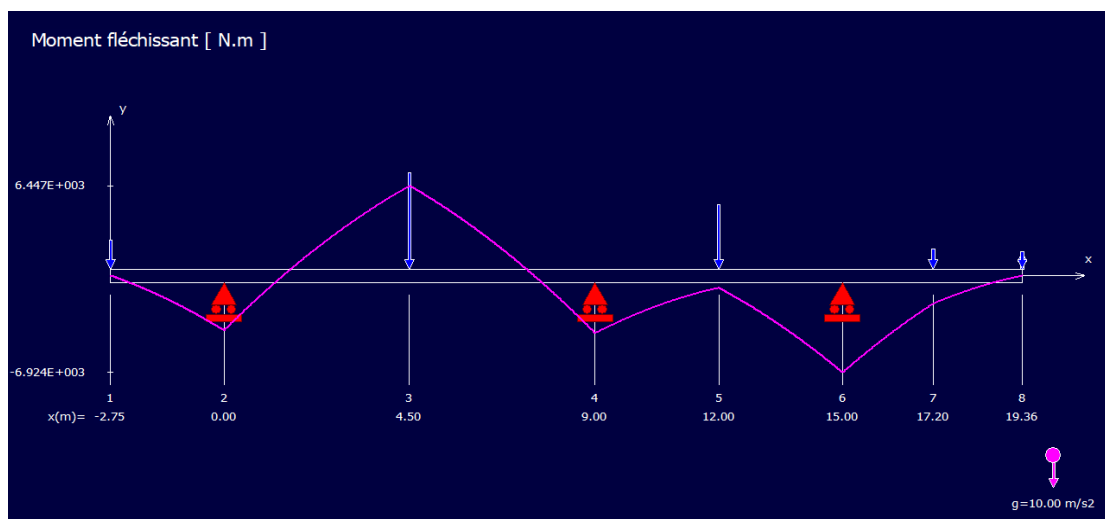


Figure 5.5 : diagramme de moment fléchissant.

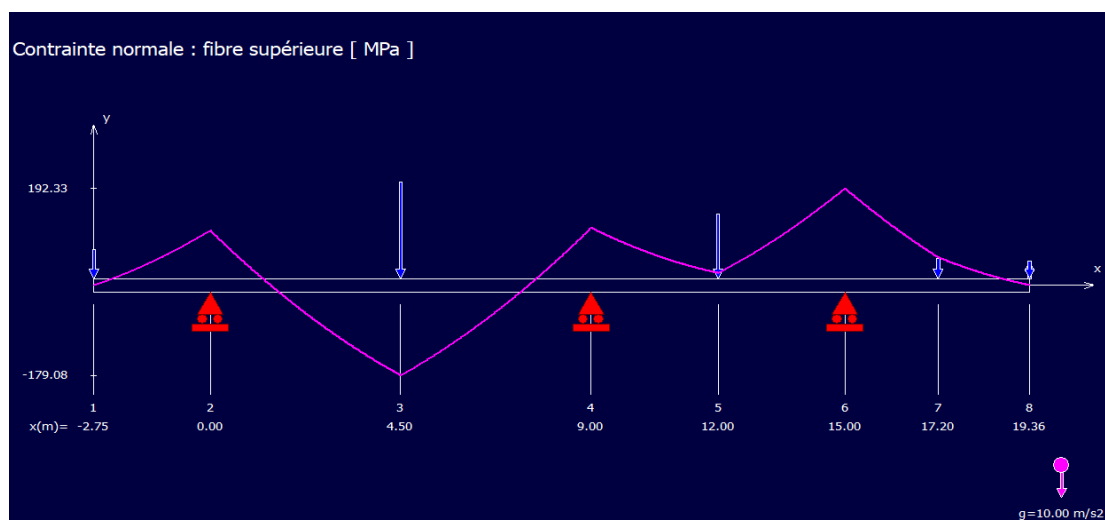


Figure 5.6 : diagramme de la contrainte normale : fibre supérieure.

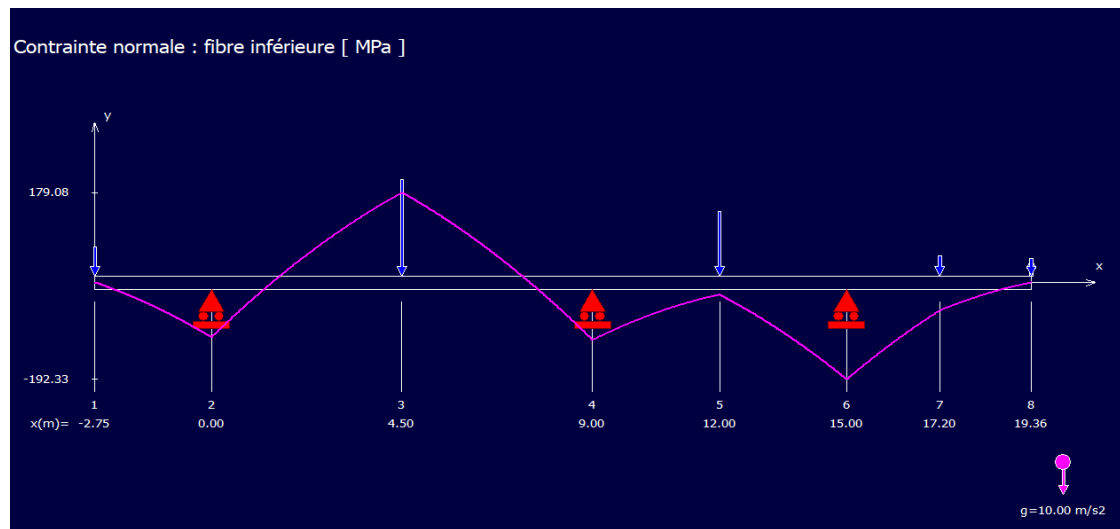


Figure 5.7 : diagramme de la contrainte normale : fibre inférieure.

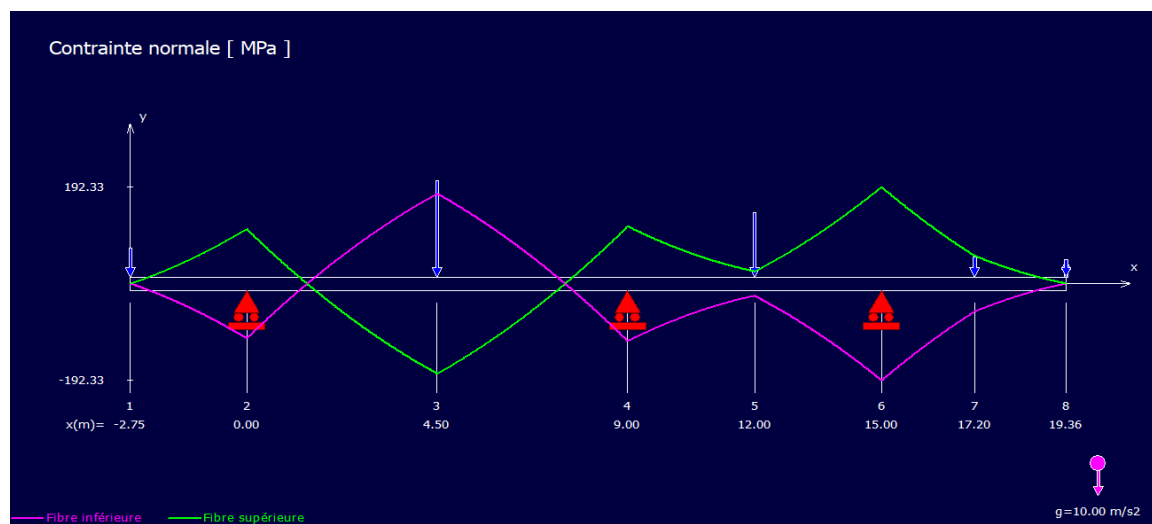


Figure 5.8 : diagramme de la contrainte normale.

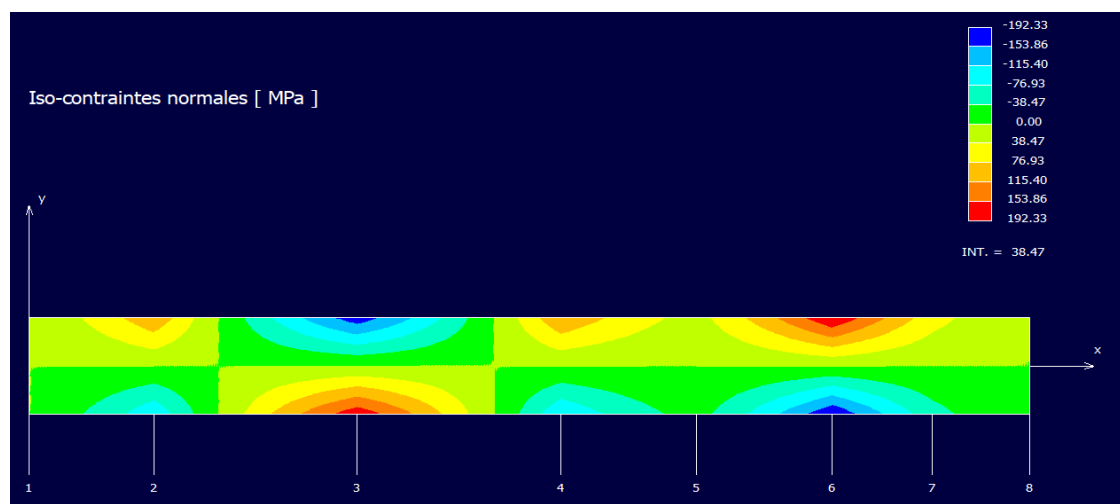


Figure 5.9 : diagramme des iso-contraintes normales.

## 6 CONCLUSION

Un hydroglisseur reste entre un bateau et un hydravion, il demeure un engin de mobilité au même titre qu'un bateau mais il fait son chemin, dont leur structure exige des études approfondies pour éviter en gestion de pôle de risque, nombreuses naufrages reconnus dans la propulsion navale. Raison pour laquelle, notre étude montre que les premiers éléments des calculs de la structure de l'aéroboat attestent que, son ossature évoluera dans une zone élastique sans atteindre la rupture.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à la rédaction de cet article, en particulier, le professeur Kabeya Mukeba Leonard, le professeur Makengo Lutimba Hubert et le professeur Cimbela Kabongo Joseph, car leurs disponibilités et conseils ont été une aide précieuse.

## REFERENCES

- [1] Griffith, A. A. (1920). The phenomena of rupture and flow in solids. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.
- [2] Hegen, D. (1996). Element-free Galerkin methods in combination with finite element approaches. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*.
- [3] Dhatt G., and Touzot G. (1984), The finite element method displayed, J. Ziley & Sons, New York.
- [4] Réthoré J. (2005), Méthode éléments finis étendus en espace et en temps : application à la propagation dynamique des fissures. Thèse de doctorat, INSA Lyon.
- [5] Portela A., Aliabadi M. et Rooke D. (1991). The dual boundary element method : Effective implementation for crack problem. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [6] Yan A. M. et Nguyen-Dang, H. (1995). Multiple-cracked fatigue crack growth by BEM. *Computational Mechanics*.
- [7] Mi Y. et Aliabadi M. H. (1993). Three-dimensional crack growth simulation using BEM. *Computers and Structures*.
- [8] Moës N., Dolbow J. et Belytschko T., (1999). A finite element method for crack growth without remeshing. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [9] Moës N., Gravouil A. et Belytschko T., (2002). Non-planar 3d crack growth by the extended finite element and level sets—part I : Mechanical model. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [10] Gravouil A., Moës N. et Belytschko T., (2002). Non-planar 3d crack growth by the extended finite element and level sets—part II : Level set update. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.
- [11] Lema N. B., (2013), DEA, contribution au dimensionnement d'une structure hydroglisseuse en prototype modèle conceptuel d'un aéroboat local.
- [12] [www.linternaute.com/dictionnaire/fr](http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr).
- [13] Wikipédia.
- [14] [www.realireves.comnauticexpo.fr/prod/panther/hydroglisseur](http://www.realireves.comnauticexpo.fr/prod/panther/hydroglisseur).
- [15] [www.nauticexpo.fr/prod/panther/hydroglisseur](http://www.nauticexpo.fr/prod/panther/hydroglisseur).
- [16] [www.lebloglux.com/2009/09](http://www.lebloglux.com/2009/09).
- [17] [Hydroglisseur.xuanbich.travelblog.fr](http://Hydroglisseur.xuanbich.travelblog.fr).
- [18] Revue de l'amicale de marais et marins anciens combattants de Mirecourt et environs, vol2.

## ADOPTION AND IMPACT OF IMPROVED CASSAVA (*Manihot esculenta* Grantz) PRODUCTION TECHNOLOGY ON FARMERS WELFARE IN MEZAM DIVISION OF THE NORTH WEST REGION OF CAMEROON

*Zie Tatiana Chi, Manu Ibrahim Mformi, and Herve Alain Napi Wouapi*

Department of Rural Socioeconomics and Agricultural Extension, Dschang School of Agronomy and Environmental Sciences,  
University of Dschang, P.O. Box 222, Cameroon

Copyright © 2019 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 aim of the evaluation was to assess the success of adoption and impact of ICPT at the farm level, and by implication the success of ACEFA's program in facilitating the transfer of those technologies. The evaluation design combines elements of theory-based and case-based approaches. These stem from a *realist perspective* that recognises the complexity of interventions in the social world and the difficulty of isolating the impact of a single intervention, seeking instead to explore what works, for whom, in what circumstances and why. Toward this end, the evaluation methodology tested an ex-post theory of change developed with ACEFA via a survey of cassava growers conducted between January and July 2018. A four-stage, clustered, randomized procedure was used to select a representative sample of 180 cassava farmers. These farmers were administered semi-structured questionnaires about their cassava production, consumption, marketing practices, preferences for different cassava cultivar characteristics, and their knowledge of, and access to improved seed and fertilizer. Data were analysed using SPSS and the quasi-experimental method. The survey revealed that (63.90 %) of the farmers planted improved cassava variety with most cultivated variety being 96/1414 (66.1%). 62.2% practices the planting configuration techniques. Socio-economic analysis results showed that majority of the farmers were females (65.56%) and over 46 years of age with over 4 members per household. Majority of the respondents were married (75 %) having primary level of education (66.1%). Most of the respondents were not novice in cassava production. Majority of respondents (67.8%) own the land they use for production. However, the rate of fertilizer usage on cassava was relatively low as (30.60%) reported. Adoption rates were higher among females than male farmers. 77.39% of the respondents revealed that they adopted because the variety is high yielding and profitable. 55.38% of those who did not adopt revealed that dis-adoption is influenced by the availability and accessibility of local cuttings compared to improved cuttings.

**KEYWORDS:** Rate of adoption, Impact, Production Technology, cassava producers, logit model.

### 1 INTRODUCTION

In order to ensure political stability, economic growth and eradicate poverty, one of the four pillars of Cameroon's Vision 2035 is to address food crisis and make Cameroon the breadbasket of the Central African Region (Manu, 2014). Increasing agricultural productivity is critical to meeting expected rising demand and, as such, it is instructive to examine recent performance in cases of modern agricultural technologies (Challa, 2013). Agriculture generates the highest number of employments (more than 60percent of both skilled and unskilled), ensures national food security, and shares a percent contribution of 15.33 percent to Cameroon's Gross Domestic Product (GDP), foreign earnings and, above all, provides raw materials to the industrial sector (24.49percent), which is still in its infant stage (Mouafor *et al.*, 2016). Cassava and its derivatives are in first place, with a value of 43percent of market share for roots and tubers: 26percent for processed products and 17percent of fresh roots (PNDRT, 2003). Cassava also provides higher income to growers well over rice and maize, its two major competitors in Cameroon (Mvodo and Liang, 2012a). For agricultural households, roots and tubers, most often are cultivated in combination with other crops. Cassava has carbohydrate content approximately forty-times higher than rice and twenty-times higher than maize (Nyerhovwo, 2004). Cassava lends itself to polyculture, it withstands drought and infertile soils (Ceballos *et al.*, 2006). Cassava (*Manihot esculenta* Grantz) is the main food crop of Cameroonians, having less agronomic



requirements, and is cultivated in numerous regions of the country (Ngome *et al.*, 2013; Temegne *et al.*, 2016). Cassava is, together with maize, common beans, cocoyam, yam, plantain and rice, among the most important staple food crops of the North-West Region (NWR) of Cameroon. Cassava serves this function as it can be consumed raw upon maturity, processed into —garri, —water fufu, cassava flour mainly produced for home consumption after its introduction to the NWR around 1920 (Ohadike 1981; Warnier 1984). Its processed products are very popular with the growing urban population because they are easier to prepare and can be kept longer than the other staple crops. For instance, garri is made from cassava storage roots, grated, fermented, and fried with or without palm oil (Zundel *et al.*, 2010). In the N.W.R, as everywhere in Cameroon, cassava producers maintained that cassava performs five main roles including: famine reserve crop, rural food staple, cash crop for urban consumption, industrial raw materials and foreign exchange earner (Nweke *et al.*, (2002). In the humid savannas of Cameroon (to which the NWR belongs) most of the farmers growing cassava for home consumption also plant it as a commercial crop. In view of the changing role of cassava and the changing environment, new cassava varieties are required (Zundel *et al.*, 2010).

Besides, funding for research in general and agricultural research in particular in Cameroon and many developing countries becomes increasingly scarce. For this reason, research administrators have come under heightened pressure to ensure that available resources are used efficiently. The need to illustrate accountability has generated increased interest in research impacts assessment methods and motivated a large number of empirical studies designed to determine whether agricultural research programs are having their intended effects. A number of these studies have used some type of benefit-cost analysis to calculate return to research investments. Such approach typically involves measuring the diffusion of innovations generated by a research program and calculating the economic and financial margins resulting from their appropriation. Despite the fact that the findings of a number of recent research impacts studies back the view that investments in agricultural research continue to generate attractive rates of return, some scholars instead argue that economic framework type of analysis is borne with limitations. The latter contend that economic rate-of-returns calculation is, in some ways, relatively suited for evaluating agricultural research type of activities whose primary outputs (technological innovations) are essentially a means of achieving broader welfare goals that cannot always easily be measured. The realisation that traditional economic approaches are not always well-suited for dealing with changes in the quality of human lives has fueled interest in alternative research impacts assessment methods that are less dependent on tangible calculus of monetary costs and benefits.

One such alternative approach to understanding the impacts of agricultural research involves adoption case studies. Well conceived, intelligently planned, and carefully executed studies of a case can generate valuable insights into understanding how rural households adopt agricultural innovations and are affected by them (Stern *et al.*, 2012; Sechrest *et al.* 1998). Such insights are useful in devising ways to maximize the appropriation of agricultural innovations, hopefully with favorable effects on sustainable food production, poverty reduction, and environmental protection. Case studies are not necessarily inexpensive to conduct, but they are easier to execute than controlled experimentation involving large groups of test subjects and are sufficiently flexible to accommodate a wide range of research or evaluation questions.

This research sample summarizes the findings of a recent case study that focused on the adoption rate and impact of improved cassava varieties on farmer's welfare through ACEFA programme. ACEFA is a programme jointly managed by the French government and the Cameroon government (through MINADER and MINEPIA) to support family farm enterprises (FAFs) in Cameroon as to what concerns supportive counseling and financing in the form of investments. The ACEFA programme has as vision to improve the competitiveness of the family Agro pastoral farms by improving on the incomes of the family agro pastoral farm enterprise (FAFs) and to professionalize producer organizations. The overall objective of the case study was to assess the success of adoption and impact of ICPT at the farm level, and by implication the success of ACEFA's programme in facilitating the transfer of those technologies in order to improve the welfare of ICPT producers (and consumers). Specific sub-objectives of the case study were as follows:

- document adoption at the farm level of ICPT and shed light on the factors affecting adoption;
- assess qualitatively and, where possible, quantitatively the impacts of ICPT on the welfare of cassava-producing households; and
- draw lessons from the ACEFA programme and ICPT and, accordingly, make recommendations that may be useful in the design and implementation of future projects of a similar nature.

## 1.1 THE CASSAVA ECONOMY OF CAMEROON

In Cameroon, cassava ranks first amongst root and tubers crops in terms of total production and consumption with yearly production estimated at 5 Mt (Agristat, 2010) with the Centre, East and South regions being the most productive areas (PNDRT, 2005). It is the main starchy staple with 80percent of rural and urban households consuming cassava and cassava derived products on a daily basis (Essonet *et al.*, 2008). Currently, however, there is a growing awareness of the potential of cassava as a source of food and of income but the majority of cultivated varieties are susceptible to pests and diseases causing significant

yield losses (Hahn *et al.*, 1989; Njukwe *et al.*, 2012a). Cassava and its products for example “baton”, paste, flour, “fufu”, “garri”, and starch are being sold both in Cameroon and elsewhere in Central Africa for the rapidly growing urban populations (Njukwe *et al.*, 2012b). This increase in demand for cassava has led to increased prices in Cameroon and an increase in production beyond the previous traditional subsistence systems (Dury and Medou, 2004). Its ability to grow and produce reliable yields in areas where cereals and other crops do not perform well has also contributed to its popularity. Cassava is consumed in many forms particularly, fresh, boiled or processed but also for its leaves which serve as vegetables and is largely grown by smallholder farmers, with the main production system being intercropping (Agwu and Anyaeche, 2007). Smallholder farmers in Cameroon grow various cassava cultivars and there are marked producer and consumer preferences as to the type of variety grown and these determine the uptake of new varieties (Zundelet *et al.*, 2010). Cassava also has gained industrial importance to produce ethanol, glucose and amino-acid, high-quality cassava flour is use in bread production both for domestic consumption and export purposes (Sanniet *et al.*, 2007). Cassava products are components of basic food intake for seven (7) to eight (8) million people in Cameroon living in the eight (8) southern regions and cover around eight (8) percent of daily nutritional needs, just below plantain (9.8 percent) in the group of starchy food crops (SNI, 2009).

## **1.2 PRODUCTION TRENDS**

According to official statistics, the area annually harvested to cassava in 2016 averagely is about 374,655ha. As areas devoted to its cultivation was estimated at 204,548 hectares with an annual production of 2.3 million tons (PNDRT, 2005). Most of the cassava grown in Cameroon is cultivated in association with other crops, particularly in the Western Highland zones and humid forest zone with bimodal rainfall; this implies that the planting densities are generally low. Average cassava cuttings planted per hectare is 10,000 cuttings. Total annual cassava production is currently estimated at 5,501,749 tons. Both of the two key determinants of production (area harvested and yield) increase yearly.

## **1.3 CONSUMPTION TRENDS**

Among all the major energy-providing crops (cassava, yam, cocoyam, colocasia, sweet potato, plantain, Irish potato) that are grown in Cameroon, it ranks first in per capita consumption. According to FAOSTAT (2008), the per capita consumption of cassava in 2005 in Cameroon was 90.13 kg/year, where cassava provided an average of 270.87 kcal/capita/day, which is higher than was estimated in 2002, at 75kg/person (MINADER, 2003b). Of the two million tons produced that year, it was estimated that 1.1 million tons were consumed in total: 360 tons in urban and 770 tons in rural areas. Cassava offers an affordable source of calories and contributes to household food security; while it is a key dietary staple, cassava has remained a subsistence crop because of its rapid spoilage after harvest, caused by an inadequate/irregular supply to feed the few processing facilities and inefficient processing methods for the market (Njukwe *et al.*, 2012b). Cassava is consumed in many forms, it is consume raw, in the form of water “fufu”, “garri”, “kum-kum” (cassava flour). The leaves are prepared and eaten as vegetables. Cassava is eaten either fresh (boiled, raw) or processed. The quantity of each cassava product consumed varies by region, level of urbanization, and ethnic diversity of the dwellers and their diverse food habits.

## **2 METHODOLOGY**

### **2.1 STUDY AREA**

Mezam Division is located in the North West Region of Cameroon with its capital called Bamenda. It is located 366 km north-west of Yaoundé. The area covers an approximate area of 200km<sup>2</sup> and is situated between latitude 5°58’42.6’’N, and longitude 10°08’52.0’’E. It is bounded to the North, East, and West by Menchum, Boyo and Momo Divisions and to the South by the Western Region. Mezam Division in the North West Region of Cameroon is divided into seven sub Divisions namely the Bali, Bafut, Bamenda I, Bamenda II, Bamenda III, Santa, and Tubah as seen in the above map of Mezam Division. The soils of Mezam are Oxisols. But there are still some dark and fertile soils around river banks for example River Mezam and other streams. Some valleys have dark alluvial depositions carried from hills and other areas. Mezam has a sub-equatorial climate which is a climate that is greatly modified by altitudes. This type of climate is shown by nine months of Rainy Season with an annual rainfall of about 2400mm. Rainfall pattern in the Mezam Division is at peak in the month of July to August. Mezam Division is characterized by a cool-like climate influenced mainly by mountainous terrain. The average temperature is 230C with the minimum and maximum ranging from 150C-320C. Also, the temperature is greatly modified by the altitude such that the high mountain areas experience cold climatic condition. There are two main seasons; wet seasons which corresponds to the forceful penetration of the monsoon winds from the Atlantic Ocean and a Dry Season which sets around the month of November to February, reducing most agricultural activities in most parts of Mezam except gardening in the Santa work area. There is also the Rainy Season, which starts from March and continue till October, giving the signal for almost all agricultural

activities in the area. The Dry Season is characterized by the Hamattan with dry air. Practically because of climate change, this area (Mezam) experiences some rains in January and no rains by mid-March. During the Dry Season, temperatures exceed 230C in the day and drop to 180C in the night and early mornings. During the peak period of rainy season, the rainfall is often estimated to 2900mm on an average, accompanied by lightning and thunder storms leading to landslide (common in the Bafut work area) especially in the months of August and September.

## 2.2 METHODOLOGICAL APPROACH AND SAMPLING

The impact evaluation design combines elements of theory-based and case-based approaches. These stem from a *realist perspective*; i.e. a recognition that outcomes are affected positively and negatively by the real world context in which they occur (Stern et al, 2012). In this perspective, realist evaluation recognises the complexity of interventions in the social world and the difficulty of isolating the impact of a single intervention, seeking instead to explore what works, for whom, in what circumstances and why. In line with realist, theory-based approaches, the evaluation design employed in this study case seeks to test a theory of change for ACEFA intervention via ICPT

Furthermore, a multistage sampling technique was used for this study with four stages. In the Division, Sub-divisions were selected through simple random sampling technique. Five of the sub-divisions in the Mezam Division were selected.

Stage two involved selection of villages in the Sub-Division selected in stage one giving a total of 12 villages, the third stage involved the selection of common initiative group of farmers into cassava production from each of the 12 villages selected in stage two giving a total of 85 cassava producer groups interviewed for the study (Table 1).

**Table 1.**

Sub-Division	Villages	Cassava producing groups
Bafut	Mundum	
	Njinteh	
	Mforya	46
	Achenie	
	Mbebeli	
Bali	Wosing	15
Santa	Awing	
	Baligham	9
Bamenda II	Ntahbeng	8
	Alahbukam	
Tubah	Bambui	7
	Bambili	
		<b>85</b>

Source: Field survey, 2018

While the fourth and last stage involved an average selection of seven Family agro pastoral farms (FAFs) from each selected group given a total sample size of 180 FAFs interviewed (Table 2).

**Table 2.**

Sub-Division	Cassava producing groups	Average FAFs/group	Total number of FAFs	30 percent of FAFs sampled/group
Bafut	46	7	322	97
Bali	15	7	105	32
Santa	9	7	63	19
Bamenda II	8	7	56	17
Tubah	7	7	49	15
<b>Total</b>	<b>85</b>		<b>595</b>	<b>180</b>

Source: Field survey, 2018

For primary data collection, a semi-structured questionnaire was used. This questionnaire was elaborated around a list of precise points that were related to the theme or topic of the study. Firstly, the questionnaire had a section on socioeconomic characteristics of the farmers: Sex, age group, family size, household size and level of education. Secondly, the questionnaire

assessed the level of adoption by asking questions on cassava varieties cultivated and source of these varieties. Finally, farmers were asked information on the, credits/loans, off-farm income, farming experience and land tenure system. The collected data were analyzed with the help of statistical packages such as Statistical Package for Social Sciences (SPSS) and impact evaluation was done qualitatively by using the quasi experimental and participatory approach. The analyses process consisted of coding the questionnaires and variables so as to ease their insertion in the statistical package. Descriptive statistics such as frequencies, means, percents, etc, were used to bring out the socio-economic characteristics of the cassava producers and the extent of improved cassava variety adoption. The logit model was used to analyse the factors influencing the adoption of improved cassava varieties.

### **3 RESULTS AND DISCUSSION**

#### **3.1 SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE CASSAVA FARMERS**

The socio-economic characteristics of the farmers retained for this study included gender, age, marital status, family size, farming experience and educational level.

It was observed that 65.60percent of the respondents were females and 34.40percent were males. This implies that females dominated in cassava production. This was probably because women are the main food provider in rural Cameroon since as according to Prakash, (2006) it is estimated that in Cameroon, rural women supply about 90 percent of the food needed for subsistence by the population making them more involved in agriculture than the males.

Majority 56.1percent of the respondents were middle age adults ranging between 46 and 55 years old, while 32.8percent of the respondents were 56 years of age and above, also 9.4percent of the respondents were between 36 and 45 years of age and only a few 1.7percent were between 20 and 35 years of age. This implies that most of the farmers engaged in cassava farming were adults (46 -55 years old).

Criteria used to classify the status of the respondents were single, married, divorced and widow. Marital status is an institutional factor that has great influence on family matters. The results obtained showed that majority (75.0percent) of the respondents who were engaged in cassava production were married, followed by respondents who are widows 10.6 percent, divorced 9.4 percent and single who were 5.0 percent These results suggested that married respondents dominated in cassava production probably due to the fact that they had households' responsibilities hence, income obtained from cassava is important for alleviating household income and improving household food security.

Household category with household size of [0-5] was the highest with a percent of 51.7 percent followed by size of [6-10] with a percent of 46.1percent and only 2.2 percent was over 11. Large family size is an indicator for availability of labor provided that the majority of the family members are within the age range of active labor force.

With respect to farming experience, 42.2 percent of the respondents indicated that they have been into cassava production between 11 and 20 years, 37.7percent of the respondents indicated to have been into cassava production for over 21years and only 20percent of the respondents had been into production for less than or equal to 10 years. This shows that the respondents in this study are not novice in farming activities especially in cassava production. This indicated that study sample was composed of experienced farmers including those who were reluctant to change towards the use of improved cassava production technology.

In terms of educational background, majority (66.1percent) of the respondents had primary education, followed by No formal education (21.1percent), Secondary education (12.2percent) and only 0.6percent of the respondents attended university level.

*Table 3. Socio-economic characteristics of survey respondents*

Characteristics	Frequency	Percents
<b>GENDER</b>		
Female	118	65.60 percent
Male	62	34.40 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100.00 percent</b>
<b>AGE</b>		
[20-35]	3	1.70 percent
[36-45]	17	9.40 percent
[46-55]	101	56.10 percent
[56 and above]	58	32.80 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100.00 percent</b>
<b>MARITAL STATUS</b>		
Single	9	5.00 percent
Married	135	75.00 percent
Divorce	17	9.40 percent
Widow	19	10.60 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100.00 percent</b>
<b>HOUSEHOLD SIZE</b>		
[0-5]	93	51.70 percent
[6-10]	83	46.10 percent
[11 and above]	4	2.20 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100.00 percent</b>
<b>FARMING EXPERIENCE</b>		
less than or equal to 10	36	20.00 percent
[11-20]	76	42.20 percent
21 and above	68	37.70 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100 percent</b>
<b>EDUCATIONAL LEVEL</b>		
No formal education	38	21.10 percent
Primary	119	66.10 percent
Secondary	22	12.20 percent
University	1	0.60 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100 percent</b>
<b>LAND TENURE</b>		
Inheritance	34	18.90 percent
Renting	24	13.30 percent
Owner	122	67.80 percent
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100 percent</b>

### 3.2 RATE OF ADOPTION OF IMPROVED CASSAVA CUTTINGS

In Mezam division, the most cultivated varieties are EScaPP<sub>30</sub>, 96/1414, TMs92/0057, EScaPP<sub>32</sub>, TMs92/0326, 8034, 8017, TMs0239 due to the fact that growth of these cassava are determined by the agro-ecological zones. Some of the adopters of improved cassava varieties used only one type while others made a combination of two varieties. Out of all these mentioned varieties, 96/1414 is the highest yielding variety with long tubers and it is very good for processing ("Garri", "water-fufu", "cassava flour") more reasons why so many farmers cultivated it.

Results showed that 76 adopters (66.1percent) used only 96/1414, 10 adopters (8.7percent) used only the EScaPP<sub>30</sub> (Bitter purple). Also 4 adopters (3.5percent) used only TMs92/0057 variety and 4 adopters (3.5percent) used only EScaPP<sub>32</sub> variety. Furthermore 21 adopters (18.3percent) jointly used 96/1414+EScaPP<sub>30</sub>.

*Table 4. Rate of adoption of cassava production technology*

	Improved cassava varieties	Use of fertilizer	Slanting planting
YES	<b>63.90percent</b>	<b>30.60percent</b>	<b>100.00 percent</b>
NO	36.10percent	69.40percent	0.00 percent

Over half of the sampled farmers planted improved cassava varieties 63.90percent. 100percent percent of these farmers practiced the slanting planting configuration. The rate of use of chemical fertilizer was much lower (30.60percent). This is because most of these farmers preferred organic manure over fertilizer. Most common combination involved adoption of improved cassava cuttings and slanting planting, without fertilizer application.

**Table 5. Farmer's reasons for the cassava varieties grown**

Category	Frequency	Percents
<b>Adoption (ICV)</b>		
High yielding and profitable	89	77.39 percent
Resistant to pest and diseases	21	18.36 percent
Early maturity	5	4.35 percent
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>100 percent</b>
<b>Non-Adoption (Local varieties)</b>		
Availability of cuttings	36	55.38 percent
Lack of capital	29	44.62 percent
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100 percent</b>
<b>Total</b>	<b>180</b>	

The findings as shown revealed that, majority (77.39percent) of the farmers who adopted said high yield and profitability is the reason that made them grew the variety. Whereas 18.36percent and 4.35percent said the resistance to pest and diseases and the early maturity of the variety are the reasons why they grew the varieties.

For non-adopters of improved cassava varieties, majority (55.38percent) of the interviewed said it is because of the availability of local cuttings compared to improved cuttings that made them grew the local variety. And 44.62percent of the respondents said it is lack of capital that drives them from cultivating the improved variety. Varieties characteristics play a vital role in influencing farmer's adoption behavior. If the characteristics satisfy the need and interest of the farmers they will adopt (Tadesse, 2008).

### **3.3 FACTORS AFFECTING IMPROVE CASSAVA PRODUCTION TECHNOLOGY ADOPTION**

Different socio-economic characteristics of the respondents on which adoption of improved cassava dependent cassava varieties were analysed, Socio-economic characteristics of interest analyzed included gender, age, marital status, family size, farming experience and educational level. To achieve this, a regression analysis was performed. In this analysis, the model output shows that the probability of obtaining a chi-square value is 23.248, P-value of 0.016 therefore indicates an existing significant relationship between the independent variables and the dependent variable (adoption of improved cassava varieties). The Nagelkerke R Square ( $R^2$ ) value obtained was 0.231. This indicates that 23.1percent of the explanatory variables can accurately predict the dependent variable and thus be able to explain farmer's adoption of improved cassava varieties. The logit model results are presented in table 6.

**Table 6. Logistic results of factors influencing Adoption of improved cassava varieties**

Variable	B	Exp(B)
Age (0=less than 40, 1=more than 40)	.856**	2.355
Access to credit(0=No, 1=Yes)	1.513***	4.540
Farm size (Hectares)	.030	1.030
Years of farming (0=less than 20 years, 1=More than 20 years)	-.524	.592
Educational level (0=No formal education, 1=Formal education)	.111	1.117
Sex (0= Female, 1=Male)	-.520	.595
Household size (in numbers)	.588	1.801
main income source (0=Non agriculture, 1= Agriculture)	.089	1.093
Marital status (0=Single, 1=Married)	.096	1.101
Land tenure system	-.009	.991
Level of importance of cassava (0= consumption, 1=Commercialization)	-1.126	.324
Constant	1.238	3.448

Note; \*\*=significant at 5percent and \*\*\*=Significant at 1percent. Percent correct=87.8percent, and number of observations =180

The adoption of Improved cassava production technology was dependent on two of the factors at 5 (\*\*) and 1percent (\*\*\*) levels of significance. Farm size, farming experience, educational level, household size, main income source, land tenure system and level of importance of cassava had no significant relationship with adoption. They were therefore not considered as factors influencing the adoption of improved cassava varieties in Mezam Division of the North West Region of Cameroon. At the 5percent level of significance, adoption was found to have a significant relationship with age. At the 1percent level of significance, adoption was found to be dependent on access to credit. Therefore age and access to credit were the main factors influencing adoption.

### 3.4 IMPACT OF IMPROVE CASSAVA PRODUCTION TECHNOLOGY ON THE FARMERS

Here, the impact of cassava production technology on farmers was assessed using five indicators of welfare. That is the productivity, Social impact, income, health status and skills.

#### 3.4.1 PRODUCTIVITY

Agricultural productivity is a valid indicator of impacts because of the tremendous importance of agriculture in Cameroon. Considering the high percent (63.90percent) of farmers who cultivated improved cassava varieties in Mezam division, any technology that succeeds in increasing the productivity will bring about real income gains. From table 13 below, we can see that the cassava yields are averagely higher after the adoption of the improved cassava varieties as compared to the situation before adoption ( $9084.1031 \pm 5345.68275$  and  $5345.68275 \pm 3489.77632$ ) respectively. It is however worth mentioning that some farmers who have adopted the improved cassava varieties can harvest up to 14167.80kg of cassava per hectare.

Table 7. Estimated yields of cassava per kilogram from 1ha of Land

Variables	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Yields before adoption/weight in kg of bags.	11.69	13076.40	5345.68275	3489.77632
Yields after adoption/weight in kg of bags	11.34	14167.80	9084.1031	5345.68275

However, the annual cassava production per hectare is less than the national average which was estimated 13.3tons/hectare (Njukwe *et al.*, 2014). This finding is in line with the latter which postulated that, the NWR of Cameroon is among the least producing cassava antennas in the country.

#### 3.4.2 FARMER INCOMES

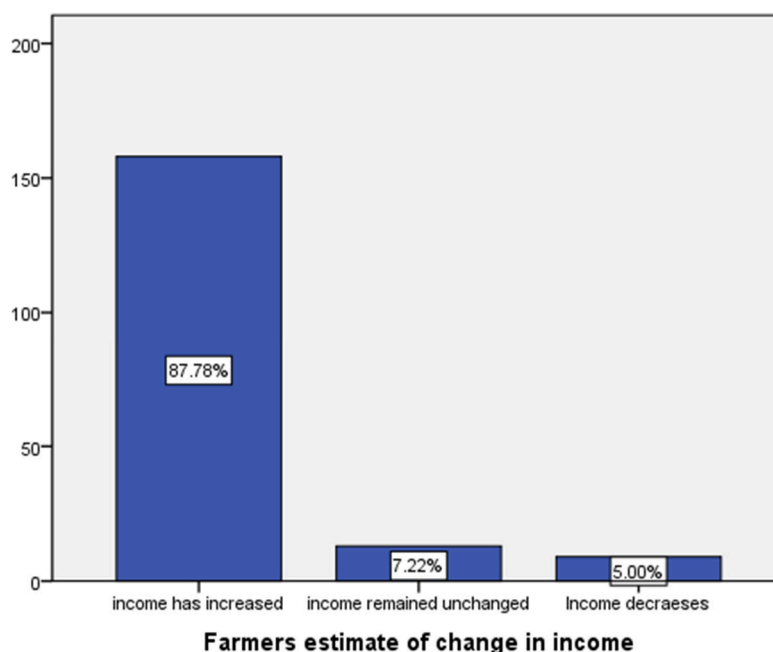
Income is widely used as a welfare measure because it is strongly correlated with the capacity to acquire many things that are associated with an improved standard of living, such as food, clothing, shelter, health care, and education. Income gains are a valid indicator of project impacts because the productivity gains attributable to the adoption of improved cassava technologies logically should be reflected in income gains. In this study, 87.8percent mentioned a general increase in farm and household income after adopting the improved cassava production technology, either directly through increased sales of cassava, or indirectly. How can income gains be measured? In the absence of baseline data on farmers' cassava marketing

activities prior to the initiation of this study, we could think of no reliable way to measure income gains directly. Indirect methods based on farmers' recollections must be ruled out as too unreliable; when questioned about the distant past, few farmers are able to recall detailed information about amounts of cassava they sold and the prices they received. Lacking any approach to measure income gains directly, we simply asked farmers whether during the previous five years they had noticed any changes in (1) the quantity of cassava they produced each year, (2) the quantity of cassava they sold each year, and (3) their total annual income from cassava sales. The distributions of responses are shown in Figures 10. In response to all three questions, more than half of the respondents indicated that they had noticed increases. Interestingly, the proportion of farmers reporting an increase in the quantity of cassava sold was lower than the proportion of farmers reporting an increase in income from cassava sales. This discrepancy can be explained by the fact that cassava prices especially when it has been processed strengthened considerably during the past five years, so that total income from cassava sales could indeed have increased even if the physical quantity of cassava sold remained the same or even decreased. Taken together, the responses to these three questions provide additional evidence (again, admittedly circumstantial) that the improved cassava varieties with its associated technological package has had a positive effect on the incomes of many rural households throughout the study area in Mezam Division.

If rural incomes have increased because of the improved cassava production technology, how has the income gain benefited rural households? Through Focus group discussions, farmers who reported increased income from cassava sales were asked to describe how the additional income was spent. By far the most common reported use was:

- To pay children's school fees.
- Purchasing building materials to expand or renovate the farmer's house,
- Investing in family-owned retail trading business,
- Purchasing additional agricultural land,
- Pay medical bills
- Buy new clothes.

The additional income earned through cassava cultivation (much of which presumably can be attributed to the adoption of improved cassava technologies) for the most part seems to have been invested productively, rather than spent on short term consumption.

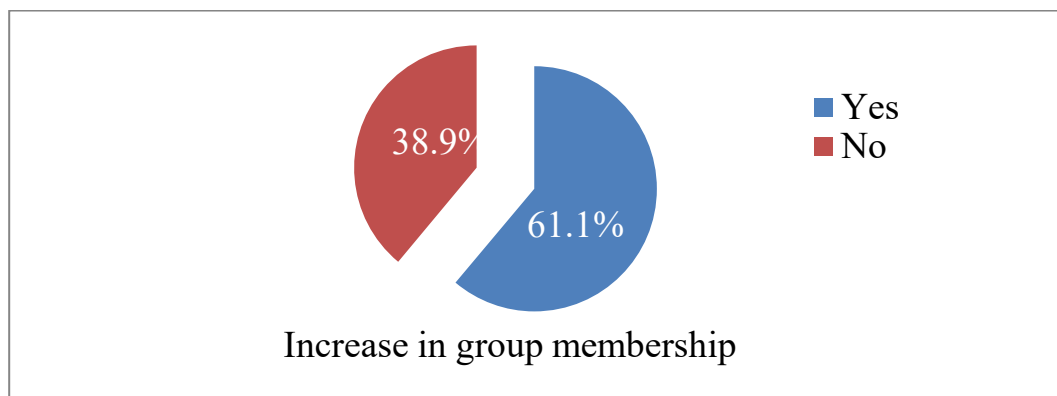


**Fig. 1. Farmers estimate of change in sales and income**

### 3.4.3 SOCIAL CAPITAL



Here, we examined whether the group membership to which the farmers belonged had increased over time. This is presented in figure 2 as shown below.

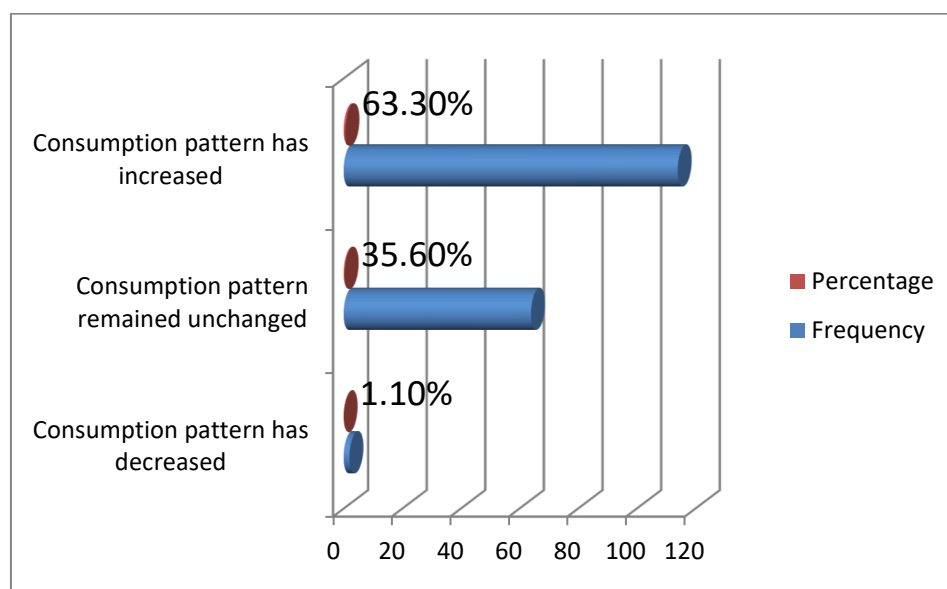


**Fig. 2. Increase in membership per group**

Results revealed that all the farmers belonged to a group as shown on figure 2 above, 61.1percent of the farmers acknowledge an increase in membership of their respective groups as a result more farmers adopt the improved cassava varieties. Analyses of outcomes from focus group discussions suggest that beneficiaries increased their social networks as a result of the ACEFA programme. Networks were important for the acquisition of new information and experience-sharing on the improved cassava varieties.

#### 3.4.4 HEALTH STATUS

Here, the health status was captured using the consumption pattern, the number of meals eaten per day and the frequency with which meat or fish was eaten by the household.



**Fig. 3. consumption pattern**

Looking at food consumption and nutrition dynamics, figure 3 above, shows that 63.30percent had a general increase in the consumption pattern, the consumption pattern of 35.60percent of respondents did not changed and just 1.10percent noticed a decrease in consumption. Results from focus group discussion revealed that, the average number of meals per day had changed since the adoption of ICPT. Also, the level of luxury food consumption that is consumption of meat/fish on a weekly basis had increased from one to two or three times per week.

#### 3.4.5 SKILLS

The table below presents the different skills gained by the cassava producers.

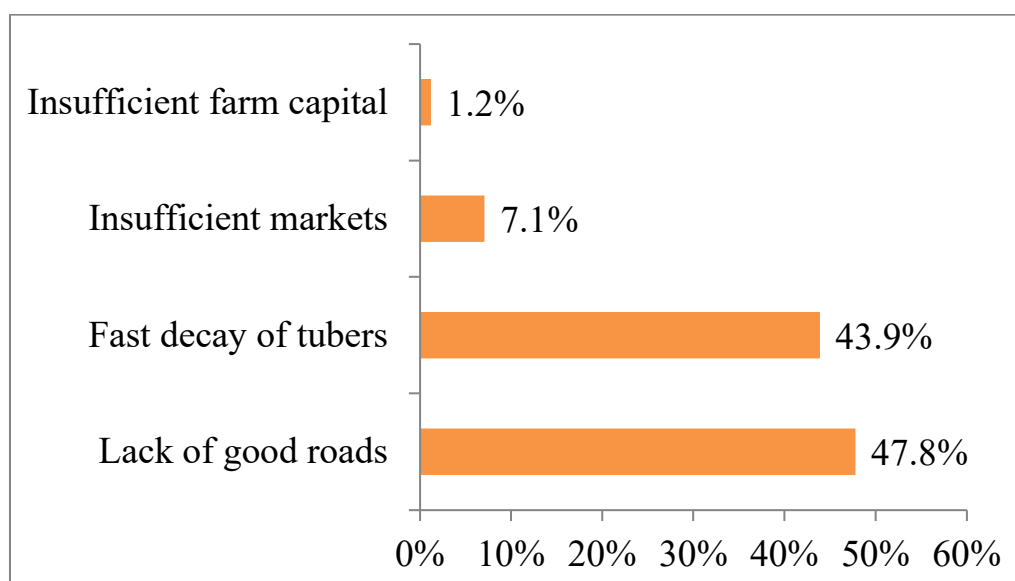
**Table 8. Skills acquired by the farmers**

Characteristics	Frequency	Percents (percent)
Post-harvest management	37	20.6
Improve cropping system	18	10
Farm maintenance	46	25.6
Use of improved planting materials	79	43.9
Record keeping	125	69.4

From the above table, economically, slightly above 90percent of the farmers explained they have witness a change in their farming skills in different ways. The skills include knowledge on how to do proper record keeping (69.4 percent), the use of improve planting materials (43.9 percent), farm maintenance (25.6 percent), post-harvest management (20.6percent) and improved cropping system (10 percent). The percents indicate the percent of farmers who acquired specific skills. This knowledge is justified by the trainings they receive from the ACEFA project in Mezam division.

#### **3.4.6 CHALLENGES ASSOCIATED WITH THE ADOPTION OF CASSAVA PRODUCTION TECHNOLOGY**

Presented in the figure 4 below are the challenges faced by farmers which limits their abilities to reap the maximum benefits of the adopted improved cassava varieties.



**Fig. 4. Challenges associated with cassava production technology**

From figure 4 above, we can infer that the most troubling issue of the farmers is the lack of good roads to transport their farm produce with limited or no damages incurred (close to 48percent). This was closely followed by fast decay of the tubers of the improved varieties (close to 44percent). Information from focus group discussions revealed that farmers harvest just few ridges of their cassava from farms weekly so as to meet up with market demand since as most are being sold in their local markets. Other challenges such as insufficient markets (just over 7percent) and insufficient agricultural capital (1.2 percent) were mentioned by the farmers.

## **4 LESSONS FOR RESEARCH IMPACT EVALUATION**

The adoption rate of the improved cassava varieties by the farmers was reasonably high (63.90 percent). The reasons why the farmers adopted were because of high yield and profitability (77.39 percent), resistance to pest and diseases (18.36 percent) and early maturity of cuttings. Notwithstanding this level of success, non adopters claimed that the local cuttings were more available (55.38 percent) than the IC cuttings and that lack of capital (44.62 percent) was still acute. Moreover, the age of the farmer, access to credit, the farm size, household size, main source of household income, marital status of the farmer, and level of education of the farmer positively affects their decisions to adopt the improved cassava varieties. However, access to agricultural credits ( $B = 1.513$ ,  $p = 0.009$ ) and the age of the farmer ( $B = 0.856$ ,  $p = 0.027$ ) were of significant importance. Similarly, while the age of the farmer, sex of the farmer, educational level, access to credits, and farm size were positively correlated with the use of chemical fertilizers, it turned out that access to agricultural credits ( $B = 1.054$ ,  $p = 0.038$ ) and farm size ( $B = 0.440$ ,  $p = 0.040$ ) were also of significant importance. In the same vein, the adoption of the improved cassava varieties improved the welfare of the farming households in their social capital (membership in groups), human capital (improved skills) and financial capital (increase in yields and farm income). The implications of the findings are straight forward. That is, adoption of improved cassava varieties is high in the study area. Those households who adopted the improved cassava varieties were able to improve on their yields, sales, farm income and consumption patterns. Also due to social impact and access to counseling, the cassava producing farmers have been able to improve on their associative life while gaining new skills. Overall, 47.8 percent of the respondents complained of poor road infrastructure to transport their farm produce and 43.9 percent also complained of fast decay of their tubers on-farm. These were the major challenges faced by the farmers.

#### WHAT HAVE BEEN THE IMPACTS OF THE ICPT?

In the absence of reliable baseline data, it was not possible to calculate quantitative measures of project impact. Based on farmers' qualitative judgments, however, it is clear that adoption of ICPT has been associated with significant farm-level productivity gains (cassava yields after adoption: 9084.10 kg) and noticeable increases in the income earned (87.78 percent) from sales of cassava (76.67 percent). 63.30 percent of the respondents experience an increase in their consumption. Furthermore, harnessing on social capital and access to counseling the farmers have been able to improve on their associative life while gaining new skills. Also, impacts on the nutritional status of rural households appear to have been pronounced. Results from focus group discussion revealed that the average number of meals per day had changed since the adoption of ICPT, and the frequency of "luxury food" consumption (meat and/or fish) had increased from one to two or three times per week.

In addition to documenting the uptake and diffusion of ICPT, this case study provides valuable insights about the many factors that can affect the adoption of agricultural innovations in general. The survey results show that adoption of improved cassava production technology is directly influenced by three sets of factors: (i) *characteristics of the technology* (e.g. complexity, profitability, riskiness, compatibility with other technologies); (ii) *characteristics of the farming systems* (e.g. agro-climatic conditions, prevailing cropping systems, access to credit, age and farm size, and availability of physical inputs); and (iii) *characteristics of the farmer* (e.g. ethnicity and culture, wealth, education, gender). Most challenges faced in production were poor road infrastructure (47.8 percent) and fast decay of tubers (43.9 percent), which call for getting down decentralized rural infrastructures along with quality and efficiency of related services. For instance, storage facilities will require roads *and* transport services to get crops to collection points as well as reliable energy services to keep perishables in proper condition.

This put into perspective the kinds of decentralized rural infrastructure investments that can have the most direct positive impact towards improving the welfare of rural households. For instance the availability of feeder roads, storage facilities and reliable energy services can lower the transactions costs of market exchange for farming households, both by improving physical connections and also by reducing information asymmetries. Better physical market connections increase the availability of inputs (improved seeds, fertilizers) and agricultural extension services – in addition to improving market access – all of which are likely to increase agricultural productivity and, consequently, welfare.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This research sample, one of a series of adoption case studies championed by the ongoing Programme for the Improvement of Competitiveness of Family Agro-pastoral farms (ACEFA), examines the adoption by Mezam farmers of improved cassava production technologies (ICPT) diffused through ACEFA programme. The latter is a programme jointly managed by the French government and the Cameroon government (through MINADER and MINEPIA) to support family farm enterprises (FAFs) in Cameroon as to what concerns supportive counseling and financing in the form of investments. This research work was carried out during the second phase of ACEFA's programme which started in 2012 and ran up to 31<sup>st</sup> of September 2018 and has progressively covered the 58 Divisions that make up the 10 Regions of Cameroon. Thus, ACEFA Mezam and a number of individuals played a role in the preparation of this research sample, and although it is not possible to cite all of them, some deserve particular mention. Producer group councilors of ACEFA Mezam were instrumental throughout this study in mobilizing

their time to participate in the survey. Mr. Chungong Divine Chenwi of the Divisional Technical unit of ACEFA Mezam embraced the proposal to carry out the study and equally provided, beyond helpful and insightful comments, valuable administrative and secretarial support.

## REFERENCES

- [1] **AGRISTAT** No17, **2010**. Annuaire des statistiques du secteur agricole campagnes 2009 et 2010. Direction des Enquêtes et Statistiques Agricoles. 123.
- [2] **Ceballos** H, Sanchez T, Iglesias C, Debouk DG, Mafla G, Thome JM, **2006**. Variation in crude protein content in cassava *Manihot esculenta* Crantz) roots. *J Food Compos Anal*, 19: 589-593.
- [3] **Challa** M, **2013**. Determining factors and impacts of modern agricultural technology adoption in west Wollega. Munich, GRIN Publishing GmbH. <http://www.grin.com/en/e-book/280336/determining-factorsand-impacts-of-modern-agricultural-technology-adoption>.
- [4] **Essono** G, Ayodele M, Akoa A, Foko J, Gockowski J, Olembo S, **2008**. Cassava production and processing characteristics in southern Cameroon: An analysis of factors causing variations in practices between farmers using principal component analysis.
- [5] Food and Agricultural Organization of the United Nations (**FAO**), **2008**. FAO Statistical Databases and Data-sets (FAOSTAT) Production Statistics. Rome: FAO.
- [6] **Hahn** SK, Mahungu NM, Otoo JA, Msabaha MAM, Lutaladio NB, Dahniya MT, **1987**. Cassava and African food crisis. Pages 24-29 in *Tropical root crops -root crops and the African food crisis*. Proceedings, Third Triennial Symposium of the International Society for tropical Root Crops - Africa Branch, edited by E.R Terry, M. Akoroda, and O. B. Arene, 17-23 August 1986, Owerri, Nigeria.
- [7] **Manu** IN, Tarla DN, Chedor GF, Ndeh EE, Chia I, **2014**. Socio-economic analysis of improved maize varieties by farmers in the North West Region of Cameroon. *Asian J Agric Extens*, 4: 58-66.
- [8] Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (**MINADER**), **2003b**. Programmes/Projets Ouvrant au sein du MINAGRI. Ministère de l'Agriculture. (Programmes/Projects within MINAGRI). Yaounde, Cameroon: MINADER.
- [9] **Mouafor** BI, Temegne NC, Ngome AF, Malaa D, **2016**. Farmer's adoption of improved cassava varieties in the humid forest agroecological zone of Cameroon. *Greener J Agric Sci*, 6(10): 276-284.
- [10] **Mvodo** MES, **Liang** D, **2012a**. Cassava sector development in Cameroon: Production and marketing factors affecting price. *Agric Sci*, 3(5): 651-657.
- [11] **Ngome** AF, **2013**. Cassava improvement, production and utilization in Cameroon. In R. Hanna & S. Araki, eds. A report on Cassava Science Day: Cassava Performance under Different Soil Management, pp. 37–41. FOSAS Activity Series No. 1, FOSAS Project, IRAD, Yaoundé.
- [12] **Njukwe** E, Duidam J, Hauser S, Maziya-Dixon B, B. Amadou Thierno O, Onadipe A, Mbairanodji A, Ngue-Bissa T, Kirscht H, Hanna R, **2014**. Development and dissemination of a manual cassava chipper in Cameroon. In *tropical roots and tubers crops and the challenges of globalization and climate change*, pp 449-452 Proceedings of the 11th Triennial symposium of the ISTRC-AB, October 4-8, 2010, Kinshasa.
- [13] **Njukwe** E, Hanna, Kirscht H, Araki S, Kirscht H, **2013**. Farmer's perception and criteria for cassava varieties in Cameroon. *Afr Monographs*, 34(4): 221-234.
- [14] **Njukwe** E, Nguenkam A, Ngue-Bissa T, Hanna R, **2012**. Improving food security and income and enhancing famers livelihood in Cameroon through the introduction and promotion of improved cassava Germplasm, pp. 228-292. Proceedings of the 11th Triennial symposium of the ISTRC-AB, October 4-8, 2010, Kinshasa.
- [15] **Nweke** FI, Spencer DSC, Lynam JK, **2002**. The cassava transformation: Africa's best kept secret. Michigan State University, East Lansing, Michigan. 273 pp.
- [16] **Ohadike** DC, **1981**. The influenza pandemic of 1918–1919 and the spread of cassava cultivation on the lower Niger: a study in historical linkages. *J Afr History*, 22:379–391.
- [17] **Prakash** A, **2006**. Cassava: International market profile. Background paper for the Competitive Commercial Agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA) Study. Trade and 331 Market Division. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- [18] Programme National de Développement des Racines et Tubercules (**PNDRT**), **2005**. Rapport des études de buse dans les cinquanteaines. Electronic file, Ministry of Agriculture and Rural Développement.
- [19] Programme national de développement des racines et tubercules (**PNDRT**), **2003**. Analyse de la demande et des marchés et propositions pour améliorer l'efficacité de la commercialisation des racines et tubercules et augmenter le revenu des producteurs. MINADER, 44p.

- [20] **Sangian** HF, Aruan I, Tamuntuan GH, Bobanto MD, Sadjab BA, Purwadi R, Zulnazri Z, Masinambow VAI, Gunawan S, **2019**. A comparative study of the structures, crystallinities miller indices, crystal parameters, and particle sizes of microwave and saline watertreated cassava starch. *Food Sci Technol*, 38: 215-220.
- [21] **Sanni** L, Alenkhe B, Edosio R, Patino M, Dixon A, **2007a**. Technology transfer in developing countries: Capitalizing on equipment development. *J Food Agric Environ*, 5(2): 88-91.
- [22] **Sanni** L, Ezedinma C, Okechukwu RU, Lemchi J, Ogbe F, Akoroda M, Okoro E, Maziya Dixon B, Ilona P, Dixon A, **2007b**. Cassava postharvest needs assessment survey in Nigeria. IITA, Ibadan, Nigeria. 200pp.
- [23] **Sechrest** L, Stickle T, Stewart M, **1998**. Factors involved in adoption of innovations by farmers in developing nations: Specifications for a set of case studies. University of Arizona. Draft paper.
- [24] Société Nationale d'Investissement du Cameroun (**SNI**), **2009**. Etude de faisabilité pour une unité de production agroindustrielle destinée à la production du manioc et à la transformation en produits pour la consommation alimentaire de masse.
- [25] **Stern** E, Stame N, Mayne J, Forss K, Davies R, Befani B, **2012**. Broadening the Range of Designs and Methods for Impact Evaluations. DFID Working Paper 38. Department for International Development: London.
- [26] **Tadesse** AM, **2008**. Farmers' evaluation and adoption of improved onion production package in Fogera District, south Gondar, Ethiopia. Dissertation for Award of MSc Degree at Haramaya University, Haramaya, Ethiopia. 126pp.
- [27] **Temegne** NC, Mouafor BI, Ngome AF, **2016**. Agro-morphological characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) collected in the humid forest and Guinea savannah agro-ecological zones of Cameroon. *Greener J Agric Sci*, 6(7): 209-225.
- [28] **Zundel** C, Chibikom R, Scheidegger U, Nagel P, Hanna R, **2010**. Developing cassava cultivars based on farmers needs and on the agro-ecological conditions of North western Cameroon. *Afr J Roots Tubers*, 2: 23-33.

## Caractérisation des phases hyperaigue et subaigue de l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) hémorragique basée sur la modélisation mathématique de la densité des oxyhémoglobines dans l'hématome

### [ Determination of the hyperacute and subacute stages of stroke by mathematical modeling of the density of oxyhemoglobins in the hematoma ]

*BIAOU Dimon Jean, ASSOGBA Kokou Marc, and VIANOU Antoine*

Ecole Doctorale Sciences de l'Ingénieur, Université d'Abomey-Calavi, Laboratoire d'Electrotechnique de Télécommunications et d'Informatique Appliquée (LETIA), 01 BP 2009 RP Cotonou, Benin

Copyright © 2019 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:** Hemorrhagic stroke is the leading cause of disability related to stroke, it is caused by the rupture of cerebral blood vessels. The rupture of the blood vessels pours the blood into the surrounding tissues causing the hematoma. In general, it is by simple visual reading of the brain CT scan image that the specialist must make a decision about the evolutionary stage and decide on the management. The present work aims to quantify the hyperacute and subacute stages of hemorrhagic stroke. We used a material consisted of haemorrhagic stroke CT scan images collected at Cotonou National University Hospital (CNHU-HKM) scanner unit. We also used MATLAB R2015a as processing environment. The proposed method is based on a priori knowledge of the hematoma, especially on its transformations during evolutionary stages. The method consisted in modeling by mathematical functions the distribution of oxyhemoglobins in the hematoma. On a sample of a database of 102 images, the method yielded a pass rate of 86.23%. This method of dating the hematoma will certainly be a decision-making tool in the diagnosis and management of haemorrhagic stroke.

**KEYWORDS:** Dating, hyperacute stage, subacute stage, hemorrhagic stroke

**RESUME:** L'AVC hémorragique est la principale cause d'invalidité liée à l'AVC, il est provoqué par la rupture de vaisseaux sanguins cérébraux. La rupture des vaisseaux sanguins déverse le sang dans les tissus environnants provoquant l'hématome. En général, c'est par simple lecture visuelle de l'image de scanner de cerveau que le spécialiste doit prendre une décision sur le stade évolutif et décider de la prise en charge. Le présent travail a pour but de quantifier les stades hyperaigu et subaigu de l'AVC hémorragique. Le matériel est constitué d'images de scanner d'AVC hémorragique recueillies à l'unité de scannographie du CNHU de Cotonou et traitées dans un environnement MATLAB R2015a. La méthode proposée se base sur la connaissance *a priori* de l'hématome, et sur les transformations de densité des oxyhémoglobines au fil des stades évolutifs en vue de déterminer une fonction mathématique pouvant modéliser cette densité des oxyhémoglobines. Sur un échantillon d'une base de données de 102 images, la méthode a permis d'obtenir un taux de réussite de 86.23%. Cette méthode de datation de l'hématome constituera à coup sûr un outil d'aide à la décision dans le diagnostic et la prise en charge d'AVC hémorragique.

**MOTS-CLEFS:** Datation, stade hyperaigu, stade subaigu, AVC hémorragique.

## 1 INTRODUCTION

L'AVC est un déficit neurologique soudain provoqué par un infarctus ou une hémorragie. Les hématomes intracérébraux sont le plus souvent liés à la rupture spontanée de petits vaisseaux. En général, en cas d'AVC, lorsque le pronostic vital est engagé, c'est le scanner cérébral sans injection qui est l'examen le plus souvent réalisé en urgence pour le diagnostic d'hématome [3]. L'objectif de l'imagerie est de faire le diagnostic d'hématome, de préciser son stade évolutif et de reconnaître les causes sous-jacentes en raison du risque de récurrence hémorragique et des possibilités de traitement. La précision dans le diagnostic et la promptitude dans la prise en charge sont primordiales à l'issue de l'AVC. C'est pourquoi la mise en place d'une méthode de datation de l'hématome constitue, à coup sûr, un outil d'aide à la décision pouvant apporter plus de précision et de célérité dans le diagnostic et la prise en charge de l'AVC hémorragique. Le présent travail a pour objectif de déterminer une méthode mathématique de datation de l'hématome, plus spécifiquement les stades hyperaigu et subaigu. On distingue classiquement quatre stades évolutifs de l'hématome: les stades hyperaigu, aigu, subaigu et chronique.

- Au Stade hyperaigu (3 à 6 heures)

le caillot est constitué d'une masse hétérogène composée de globules rouges remplis d'oxyhémoglobines. Au scanner, l'hématome est déjà hyperdense par rapport au parenchyme cérébral mais il peut être hétérogène et contenir des zones hypodenses [5], [2].

- Au Stade subaigu (4 jours-4 semaines)

La dénaturation oxydative de l'hémoglobine progresse et la désoxyhémoglobine se transforme en méthémoglobine. Au scanner, la densité de l'hématome diminue encore, les bords deviennent flous, isodenses puis hypodenses [5], [2].

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 MATERIEL

Le matériel est constitué essentiellement d'images de scanner de cerveau recueillies à l'unité de scannographie de Centre Hospitalier Universitaire Hubert MAGA (CNHU-HKM) situé à la faculté des sciences de santé (FSS) de Cotonou. Cette base de données d'images a été traitée dans un environnement Matlab version 8.5 (R2015a). Une base de données d'images en téléchargement libre sur le net a été utilisée en complément des images recueillies au CNHU-HKM.

### 2.2 METHODES

La méthode de datation de l'hématome utilisée ici s'inspire de la connaissance *a priori* des transformations anatomiques de l'hématome. Elle s'inspire notamment de l'évolution de la densité des oxyhémoglobines dans l'hématome. L'algorithme se présente ici en deux étapes. La détermination du seuil de référence de chaque stade évolutif et la détermination de la fonction de modélisation.

a) Détermination d'un seuil T de référence par stade d'évolution.

La méthode de seuillage de Otsu [6] est utilisée ici dans le but de déterminer un seuil de référence pour chaque stade évolutif. Méthode de seuillage de Otsu se résume à :

$$T_{otsu} = \underset{T}{\operatorname{argmin}} \left\{ \sum_{k < T} h(k)(\mu_0 - \mu)^2 + \sum_{k \geq T} h(k)(\mu_1 - \mu)^2 \right\} \quad (1) \quad [4]$$

Avec :  $\mu = \operatorname{moy}\{I(x)\}$ ,  $\mu_0 = \operatorname{moy}\{I(x) \text{ pour } I(x) < T\}$  et  $\mu_1 = \operatorname{moy}\{I(x) \text{ pour } I(x) \geq T\}$ .  $h$  étant la fonction histogramme.

b) détermination de la fonction de modélisation de la densité des oxyhémoglobines

Une fois le seuil de référence déterminé, il sera procédé à une analyse de la densité des oxyhémoglobines par bloc de surfaces identiques sur une coupe transversale ou / et sur une coupe longitudinale de l'hématome.

L'analyse de cette distribution présente des courbes en cloche plus ou moins symétriques pouvant être modélisées par la fonction de gauss dont l'équation générale peut s'écrire :

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2)$$

Avec  $\mu$  et  $\sigma$  des nombres réels ( $\sigma > 0$ ).  $\mu$  est la moyenne de la densité des pixels et  $\sigma$  l'écart type.

**L'algorithme général de la méthode se présente comme suit :**

VARIABLES InputRefHyper, inputRefSub, To(Hyperacute), To(Subacute), NbOfBlocks, Blocks

PREDEFINED FUNCTIONS OtsuTreshold, ExtractBlocks

// Calcul du seuil de référence de chaque phase

READ InputRefHyper

DO To(Hyperacute) = OtsuTreshold(InputHyper)

READ InputRefSub

DO To(Subacute) = OtsuTreshold(InputSub)

// Coupe en blocs de surfaces identiques d'un bout à l'autre de l'image

READ InputImage

Do [NbOfBlocks, Blocks] = ExtractBlocks(InputImage)

// Détermination de la courbe empirique de en fonction des seuils de référence

Count=0 ; Pixel1Count=0 ; Pixel2Count=0 ;

WHILE Count<NbOfBlocks

Count=Count+1

IF (I>=To(Hyperacute)) THEN

Pixel1Count = Pixel1Count +1

ELSE

Pixel1Count = 0

ELSE IF (I>= To(Subacute)) THEN

Pixel2Count = Pixel2Count +1

ELSE

Pixel2Count = 0

END IF

END IF

END WHILE

WRITE

(Blocks, Pixel1Count)

(Blocks, Pixel2Count)



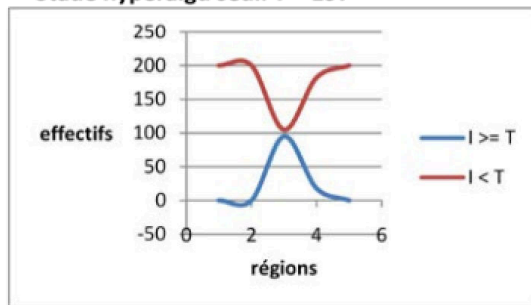
### 3 RESULTATS

#### 3.1 IMAGES DE REFERENCE

Stade hyperaigu : Seuil calculé  $T = 197$



Scanner de cerveau  
Stade hyperaigu seuil  $T = 197$

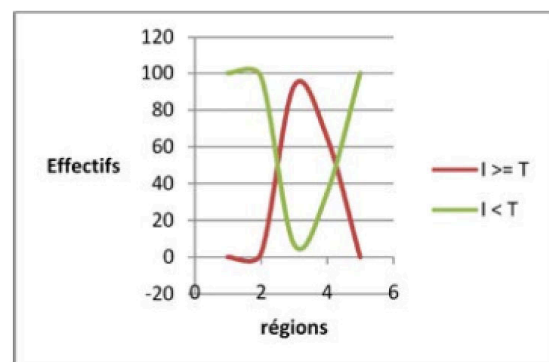


$\mu = 0,52$  et  $\sigma = 0,17$

Courbe de densité des oxyhémoglobines



de scanner au stade subaigu  
seuil  $T = 170$



$\mu = 0,55$  et  $\sigma = 0,28$

Courbe de densité des oxyhémoglobines

Fig. 1. Courbe de modélisation d'images de référence de scanner respectivement aux stades hyperaigue et sbaigue

#### 3.2 CARACTÉRISATION DES ACQUISITIONS

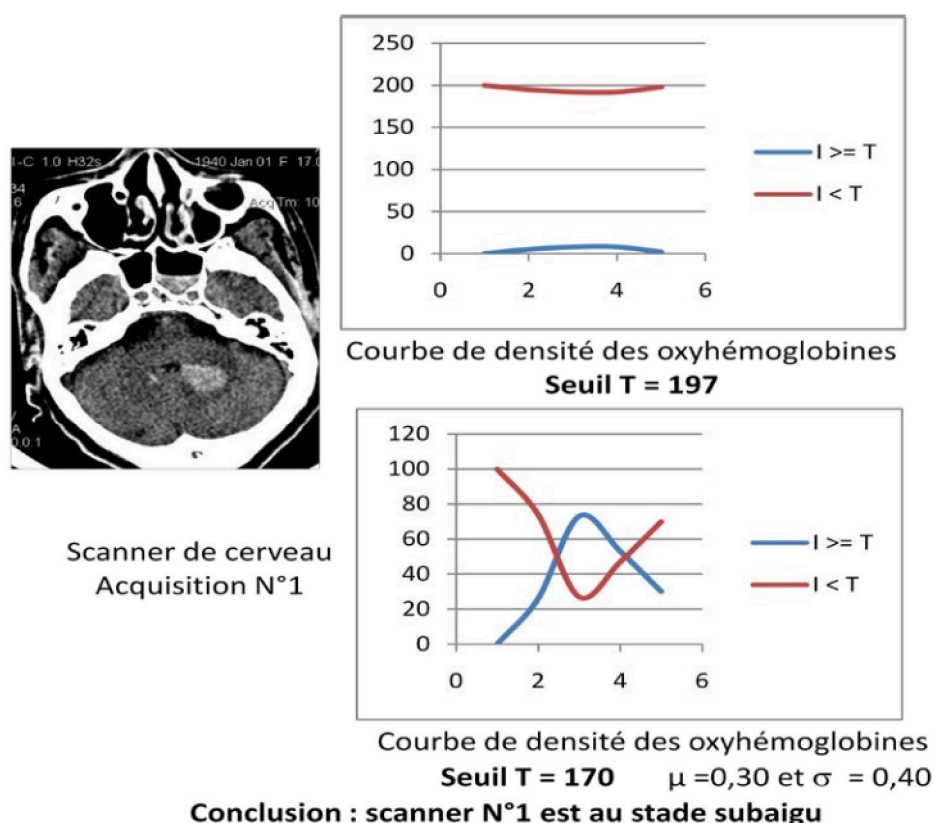


Fig. 2. Détermination du stade évolutif des images N°1 et N°2 à partir de la Courbe de modélisation de la densité d'oxyhémoglobine

Tableau 1. Tableau récapitulatif de l'application de la méthode à la base de données d'images

	Hyperaigu	Subaigu	Réussite	Echec	Total
Effectif	51	37	88	14	102
Pourcentage	50,00%	36,27%	86,27%	13,73%	100,00%

La méthode a permis d'obtenir un taux de succès d'identification de 86,27%. Il est à remarqué que les 13,73% de taux d'échec sont principalement dus à la mauvaise qualité de certaines images téléchargées sur le net et aux phases intermédiaires (aigue et chronique) non prises en compte par cette méthode.

#### 4 CONCLUSION

Cette étude a permis de caractériser l'AVC hémorragique par la datation de l'hématome des stades évolutifs hyperaigu et subaigu. L'algorithme d'inter-moyenne de Otsu nous a permis de faire un choix judicieux du seuil caractérisant chaque stade évolutif. La modélisation de la densité des oxyhémoglobines contenues dans l'hématome par la fonction de gauss a conduit à la caractérisation avec succès des phases hyperaigue et subaigue de l'accident vasculaire cérébral hémorragique,

## RÉFÉRENCES

- [1] Clark R., Watanabe A.*et al.*, 1990. Acute hematomas: effects of deoxygenation, hematocrit, and fibrin-clot formation and retraction on T2 shortening*Radiology* 1990; 175, 201-206.
- [2] Domitille M., 2015. Pathologie neurovasculaire aigue  
[en ligne] (2015) adresse url : [www.uclimaging.be/.../des.../des1\\_2015\\_2\\_pathologie\\_vasculaire\\_cerebrale\\_aigue.pdf](http://www.uclimaging.be/.../des.../des1_2015_2_pathologie_vasculaire_cerebrale_aigue.pdf), consulté le 12/08/2017
- [3] JFR, 2014. Diagnostique et Interventionnelle, 62ème Journées Françaises de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle. JFR 2014.
- [4] Krähenbühl A., 2014. Segmentation et analyse géométrique : application aux images tomодensitométriques de bois. Imagerie médicale. Université de Lorraine
- [5] Leclerc X., Khalil C. *et al.*, 2003. Imagerie des hématomes intracérébraux non traumatiques, *Journal of Neuroradiology* Vol 30, N° 5, 303-316
- [6] Otsu, N., 1979. "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 9, No. 1, 62-66

## Point position of the Bacteriological Physicochemical Quality and Wetlands Water Mapping of Guerbes-Sanhadja eco-complex (Skikda, Northeastern Algeria)

**Bouchaala Laid<sup>1,2</sup>, Charchar Nabil<sup>1,2</sup>, Mezoug Seyf Eddine<sup>3</sup>, Sellam Feriel<sup>1</sup>, Guednouse Assia<sup>4</sup>, Boukhemza Mohamed<sup>5</sup>, and Houhamdi Moussa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Center for Research in Biotechnology (C.R.Bt), Constantine, Algeria

<sup>2</sup>Laboratory Biology, Water and Environment (LBEE), SNV-STU Faculty, May 8, 1945 University, Guelma, Algeria

<sup>3</sup>Department of SNV, Abdelhafid Boussouf, University Center, Mila, Algeria

<sup>4</sup>Faculty of Sciences, Departement of Biochemistry and Molecular and Cell Biology, Constantine, Algeria

<sup>5</sup>Faculty of Sciences, Department of Biology, Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria

---

Copyright © 2019 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 Algerian Numidia (North-East of Algeria) is composed of twenty freshwater bodies, most of which are marshy and enclosed in forested areas, some of them such as (Lake Tonga, Garaet Hadj-Tahar ....) have a legal protection (Ramsar site). They are rich in aquatic herbarium and attract a wide variety of aquatic birds. They have also the ability to store and restore progressively large amounts of water and allow the supply of groundwater and surface water. The ecological balance of these aquatic ecosystems is threatened by the impact of several factors such as unfavorable climatic changes and anthropogenic impact. In fact, discharges of domestic wastewater, directly, and without any prior treatment in certain water bodies, are the main causes of the ecological imbalance, which have adverse consequences on the environmental, agricultural, economic and health levels. In order to make an assessment of the bacteriological and physicochemical quality of the water of these hydro-systems, we have chosen 6 marshes of this complex: Garaet Beni M'hamed, Garaet Lemsauouessa, Garaet Chichaya, Garaet Sidi Makhoulouf, Garaet Hadj Tahar and Garaet Sidi Magroun. For each site we have selected two sampling points. According to the results of the bacteriological and physicochemical analyzes, we found that all the water samples studied had a fair to good quality with minimal contamination at the exception of Garaet Lemsauouessa and Garaet Chichaya. The latter were characterized by the presence of germs, especially indicators of faecal contamination.

**KEYWORDS:** Guerbes-Sanhadja eco-complex, wetland, bacteriological characteristics, physicochemical characteristics, Algeria.

### 1 INTRODUCTION

Wetlands are among the most productive and richest diversity areas in the world. They represent a life place for many animal species such as fish, batrachians and some mammals. They host frequently birds as they represent shelters to some unique plants, allowing these ecosystems to play an important role in maintaining the balance in biodiversity as well as water on the planet (Metallaoui, 2010).

The Mediterranean area is bordered by a string of wetlands, which constitute an exceptional floristic and faunistic richness. Moreover, Western Numidia (northeastern of Algeria), represented by the Guerbes-Sanhadja Ramsar site since 2001 (Boumezbeur, 2001), contains 31 wet sites (Samraoui and De Belair, 1997). These sites play an important role for the wintering aquatic avifauna and receives every year about fifty species of water birds (Metallaoui and Houhamdi, 2008). It is also a breeding ground for the migratory avifauna, including species classified as threatened with extinction (Bird Life International, 2004).

The determination of the structure and the composition of an aquatic ecosystem are often a good indicator for the state of health of an environment and (and even the biotope) the entire biotope (Delarras, 2007). For these hydro-systems, this can be

estimated through the study of the quality of its waters. This assessment of surface water quality is based as much on the (monitoring of) measurement of physicochemical and microbiological parameters.

The aim of this work is to determine and cartography physicochemical and bacteriological quality of water of Guerbes-Sanhadja wetlands.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 STUDY AREA

The eco-complex Guerbes-Sanhadja is a large coastal plain in northeastern of Algeria with a superficies of 42,100 ha (Fig.01). It contains sites of international importance that provide representative, rare and/or unique examples of natural wetland type whether for the Maghreb, North Africa, North-Central African sub-region or even the Mediterranean region. The Guerbes-Sanhadja complex is particularly valuable for the maintenance of biodiversity (Samraoui and De Belair 1998, Metallaoui and Houhamdi 2008). It was included in the Ramsar List of Wetlands of International Importance in 2001 (Boumezbeur, 2001). The western complex is bordered by the coastal hills of Skikda and eastern side by the Chetaïbi coastal forest. The zone altitudes are between 0 and 200 meters.

The main lithological units consist mainly of wind and alluvial deposits. The notable character of the flora and fauna of this region originates from: geomorphological diversity, and its location at a bioclimatic junction, resulting in a high biodiversity richness (Boumezbeur, 2001).

The massif continental dune of Guerbes plain is a water reservoir of about 40 million m<sup>3</sup> which generates a multitude of depressions and valleys forming lakes and garaet (Joleaud, 1936), from a few hectares of surface to several tens of hectares. The eastern and southern side of Oued El Kebir massif and its tributaries with many meanders due to the low slope feed a series of collections of natural or artificial waters (small dams or reservoirs). The dune-alluvial plains contact has formed moist forests (alder groves) of up to 180 ha. Most of these environments have an acid or neutral pH soil that develops very frequently on peat, the main wetlands of this ecosystem are: Garaet Beni M'hamed, Garaet Lemsauouessa, Garaet Moussissi, Garaet Elhouas, Garaet Hadj-Tahar, Garaet Dahria and Garaet Boumaiza ... (Fig.01) (Atoussi, 2008).

### 2.2 METHODS

#### 2.2.1 PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE BIOTOPE

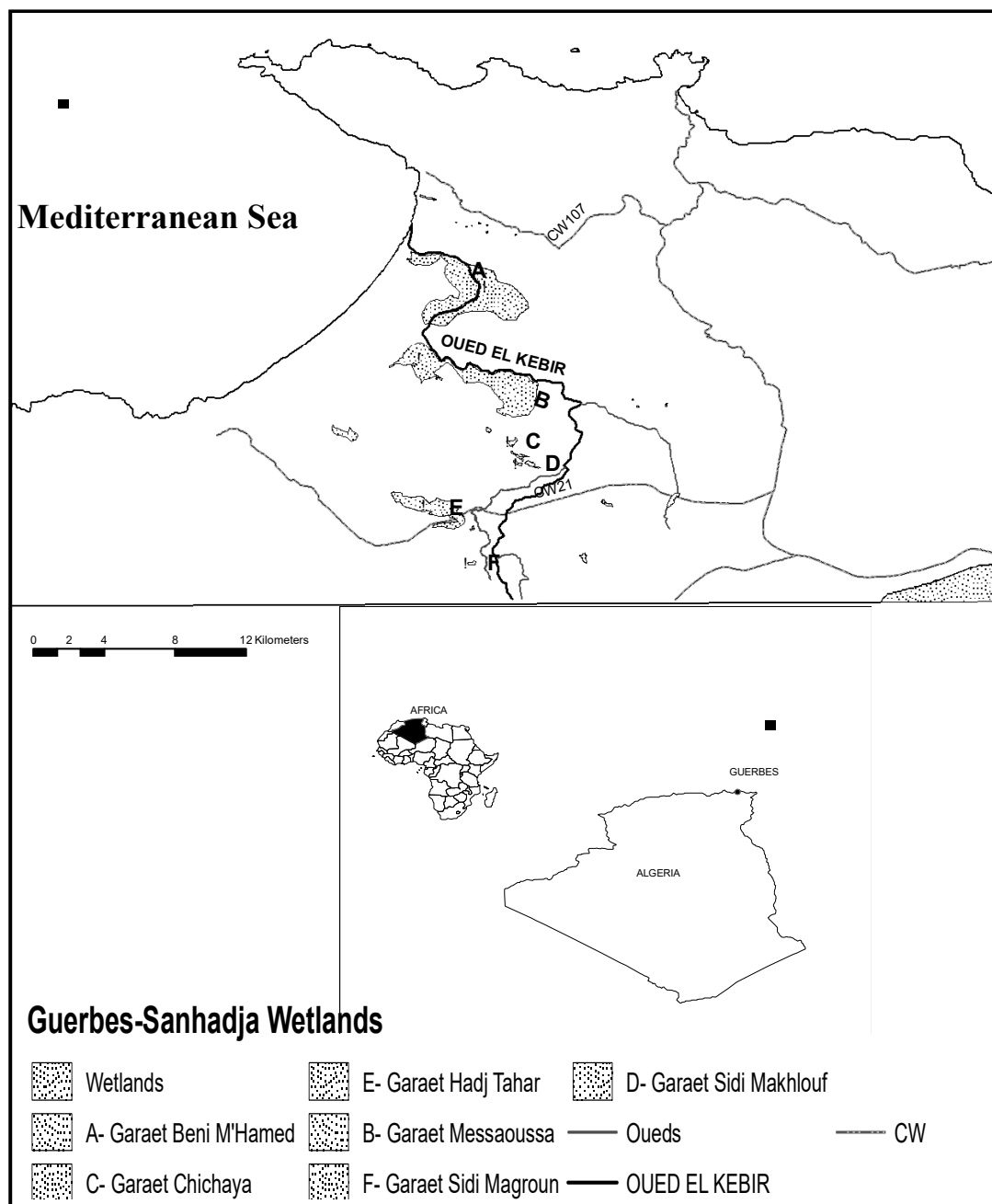
##### SAMPLING POINTS

Two essential factors have been taken into account in the choice of sampling points. The first is that the Guerbes-Sanhadja complex is characterized by the large area of its wetlands. The second is the distribution of chemical elements and microorganisms in surface waters.

As a result, we selected two sampling points for each wetland. The location of each sampling point is defined using a GPRS device, as summarized in Table 01.

Table 1. Characteristics of sampling points

Station		Geological coordinates			Distance to the bank	Depth
		x	y	z		
Beni M'Hamed	1	36°57'35,94'' N	7°17'07,65'' E	2 m	30m	25 cm
	2	36°57'35,17'' N	7°16'56,95'' E	3m	24 m	27 cm
Lemsauouessa	3	36°56'20,09'' N	7°5'27,49'' E	3 m	59 m	33 cm
	4	36°56'35,23'' N	7°15'26,47'' E	4 m	12 m	42 cm
Chichaya	5	36°53'48,34'' N	7°18'08,87'' E	10 m	1,5 m	110 cm
	6	36°53'47,82'' N	7°18'12 ,18'' E	11 m	10 m	70 cm
Sidi Makhlof	7	36°53'06,45'' N	7°18' 18,67'' E	14 m	3 m	105 cm
	8	36°53'03,88'' N	7°18' 20,02'' E	14 m	7 m	87 cm
Hadj Tahar	9	36°51'46,23'' N	7°15'25,65'' E	13 m	8 m	69 cm
	10	36°51'42,09'' N	7° 15'52,18'' E	11 m	13 m	73 cm
Sidi Magroun	11	36°50'15,01'' N	7° 16'50,02'' E	19 m	4,5 m	59 cm
	12	36°50'15,50'' N	7° 16'56,96'' E	18 m	3 m	71 cm



**Fig. 1. Location of main wetlands of the Guerbes-Sanhadja complex**

#### SAMPLING AND ANALYZES

Water samples were collected during 04 campaigns (seasonal sampling) at a different depth following wetlands (Tab.01). However they must be far from the bank as recommended by Rodier *et al.* (2009).

For bacteriological analyzes, samples were collected using sterile techniques. Samples are tagged and transported in an isothermal box (4-6°C) to laboratory. In our study and for the evaluation of germs responsible for fecal contamination (total coliforms, faecal coliforms, and faecal streptococci), we used the liquid seeding or Most Probable Number (MPN) method is most commonly used for murky waters (Tandia, 2007).

Concerning physicochemical analyzes, sampling was carried out according to Rodier's (1984) protocol and recommendations

For every single sample collection, *in situ* measurements were performed to determine certain environmental characteristics such as temperature, pH, conductivity and dissolved O<sub>2</sub>. These parameters are very sensitive to environmental conditions, they can disappear or change during storage and transport of the sample to the laboratory (Rodier *et al.*, 1996). These parameters were measured in situ using a multiparameter field (Inolab 750wtw).

Concerning the other parameters (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub>), the measurements were carried out at the laboratory according to spectrophotometric methods standard with the following references, nitrates: ISO 13395: 1996, nitrites: ISO 6777: 1984 and orthophosphates: NF EN 1189.

## 2.2.2 STATISTICAL ANALYZES

Statistical analyses were performed using the XLSTAT (XlStat-Pro. V.7.5.2) software, including Principal Component Analysis (PCA) and Pearson matrix correlation test, to check the dependencies of studied parameters.

## 2.2.3 GEOGRAPHIC DISTRIBUTION

Spatio-temporal distribution patterns of the elements were determined in all wetlands, and mapped with Arc GIS 9.3 version.

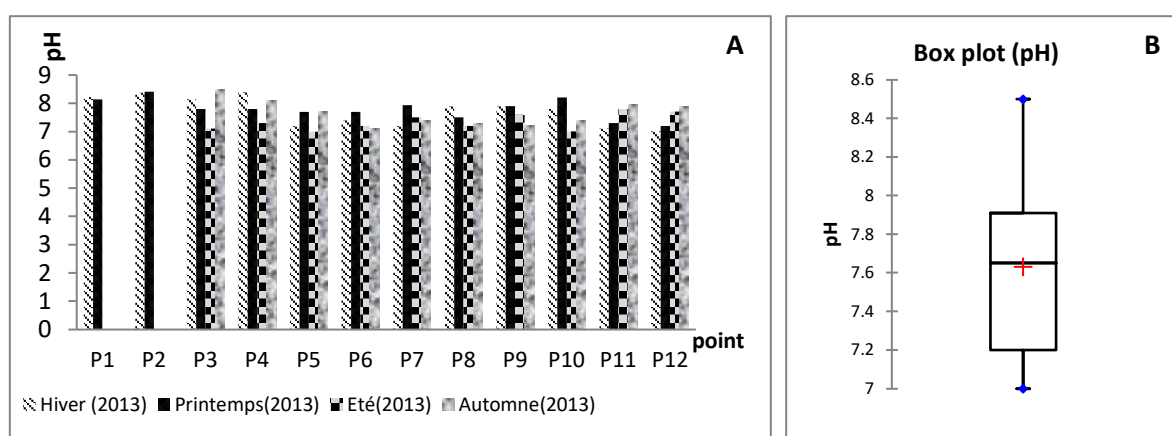
# 3 RESULTS AND DISCUSSION

## 3.1 PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER

### THE pH

For this parameter, we noticed that there was no great variation between the sampling points with a an average of 7,63. We recorded a pH of 7 at Garaet Chichaya, Garaet Hadj-Tahar, Garaet Sidi Magroun and 8,5 at P3 at Garaet Lemsauessa (Fig.02).

According to W.H.O. (2000) the pH of surface water must be between 6,5 and 8,5. As a result, we can deduce that the quality of our water is good (pH 6,5 to 8,5 ) according to the water quality assessment scale (MEDD and Water Agencies, 2003).

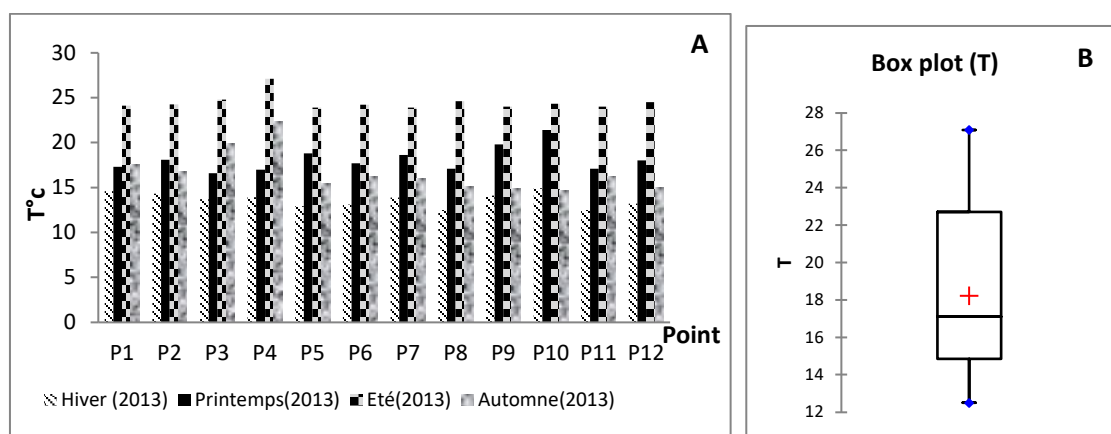


**Fig. 2. Spatio-temporal variations of pH values in main wetlands water of Guerbes-Sanhadja complex**

Similar results were found by Merzoug (2010) where pH values range from 6,64 to 7,95. Our results are also consistent with surface water studies in sub-Saharan Africa: Chapman and Kimstach (1996) and Aguiza *et al.* (2014) found pH values ranging between 6 and 8,5. On the other hand, Ramdani and Laifa (2017) studied Oued Bounamoussa and recorded significant variations in pH between 5,94 and 8,26. In Mauritania, Hasni *et al.* (2018) reported values between 7,5 and 9.

## TEMPERATURE

Water temperatures recorded in our study oscillate between 12,5° C during the cold months and 27,1° C during the high temperature months (Fig.03), these temporal variations indicated the influence of seasonal climatic variations.



**Fig. 3. Spatio-temporal variations of temperature values in main wetlands water of Guerbes-Sanhadja complex**

Spatial variations of temperatures are noted, we recorded very high values for P4 comparing to the other studied points, especially during the high temperature period (Fig.03).

The thermal gap between these stations is due to the release of urban wastewater discharges from the inhabitants in the vicinity of P4 which causes a remarkable increase in water temperature compared to other points.

Several authors, particularly in North Africa, have studied the physico-chemical parameters of surface water, and have recorded widely varying values. According to the results of Merzoug (2010), the water temperature of Garaet Hadj Taher varies from 9,6° C to 25° C. In the same region of eastern Algeria and in nearby of Oued Bounamoussa, Ramdani and Laifa (2017) reported an interval of 11° C to 33° C. Thus Djouamaa (2011) has shown that the water temperature of a wetland at ElOued has high values ranging between 20° C and 35° C. Djemai (2008) recorded temperatures of 8 to 10° C by analyzing the surface waters of the Oued Sébaou Valley in Algeria. Other surface water analyzes in Morocco recorded temperatures ranging from 8,6 to 17° C (Abboudi *et al.*, 2014), while in the sub-Saharan country in southern Mauritania, Zinsou *et al.* (2016) in Benin, relatively high values of 22 to 30,5° C, when, in Cameroon, the average surface water temperature is 25° C (Aguiza *et al.*, 2014).

## ELECTRICAL CONDUCTIVITY (EC)

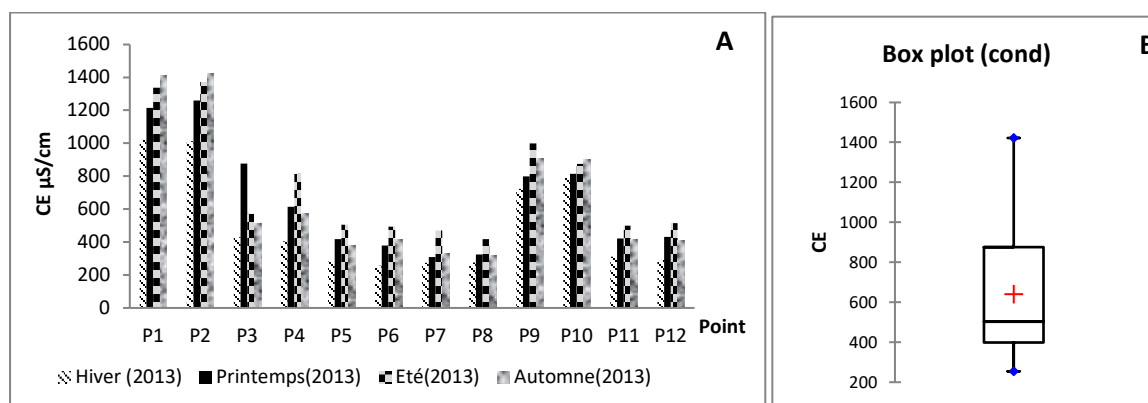
The values of the electrical conductivity show very significant spatio-temporal variations. The highest values are recorded at points P1 and P2 (Garaet Beni M'Hamed), especially during the period of high temperature showing very high mineralization, these values oscillate between 416  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and 1372  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig.04A). The low recorded values characterize mainly the winter period, they oscillate between 255  $\mu\text{S}/\text{cm}$  and 1020  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig.04B).

Several factors can be the cause of the high values of the electrical conductivity. The increase of the temperature that causes the evaporation of the water concentrating the dissolved salts, and the feeding of these sites by the waters of the Oued El- Kebir constitute a continuous external contribution in mineral salts as the waters come back from the Sea a little saltier.

In addition to the two previous factors, the electrical conductivity varies as well according to the crossed geological substrate since this site is close to the mouth of the Marsa where the the ground is more and more sandy.

On the other hand, the decrease of the electrical conductivity during the rainy periods can concord with the phenomenon of dilution.



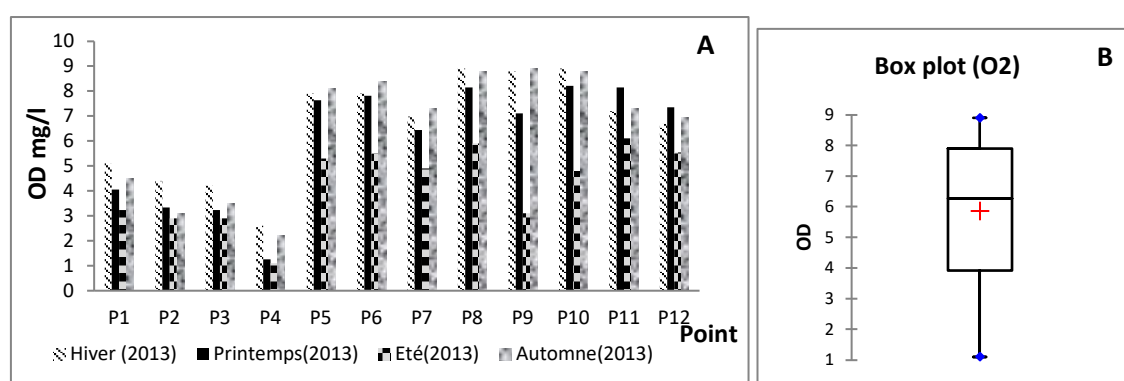


**Fig. 4. Spatio-temporal variations of the conductivity values in main wetlands water of Guerbes-Sanhadja complex**

Our results are comparable with those found in sub-Saharan Africa: Kambiré *et al.* (2014) pointed out that the conductivity measured in the Aby Lagoon, Ivory Coast, shows values between 800  $\mu\text{S/cm}$  and 2400  $\mu\text{S/cm}$ . Thus, in the study of Hasni *et al.* (2018) carried out in Mauritania, the values ranged between 99,5  $\mu\text{S/cm}$  to 750  $\mu\text{S/cm}$ .

#### DISSOLVED OXYGEN (DO)

The oxygen levels determined during the study period show remarkable temporal and spatial variations. We noted that the rates obtained for dissolved oxygen at P4 are the lowest, with a minimum of 1,1 mg/l, whereas the values recorded at P8, P9 and P10 are marked by high peaks with a maximum of 8,9 mg/l (Fig.05A).



**Fig. 5. Spatio-temporal variations of OD values Guerbes-Sanhadja wetlands water**

These wetlands are slightly oxygenated, especially during the summer. The increase and decrease of the oxygen level at these water is directly related to the values of the temperatures as well as the quantity of the organic matter. So, the increase of the temperature of the water and the decomposition of large quantities of organic matter, which generally come from animals and domestic discharges, causing the decrease of the dissolved oxygen level and vice versa.

These results are consistent with Kouti *et al.*'s (2016) at the wetland complex, they ranged from 5,1 mg/l to 7,8 mg/l. Merzoug (2010) recorded values between 2,8 mg/l and 9,4 mg/l at Garaet Hadj-Taher. Other investigators reported lower values of 3,18 mg/l to 6,19 mg/l in Benin by Zinsou *et al.* (2016) and 1,1 mg/l to 4,5 mg/l.

#### NITRATES (NO<sub>3</sub>)

In our study, nitrate levels vary from one point to another and from one season to another. We recorded high rates during the summer season, with a maximum of 3,47 mg/l recorded at P4, while the low values characterized the rainy season with a minimum of 0,13 mg/l in P5 (Fig.06A).

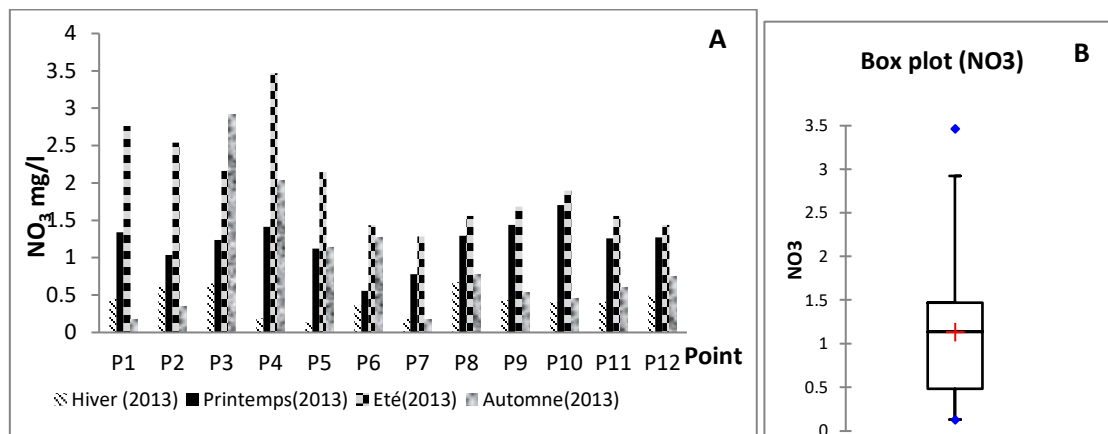


Fig. 6. Spatio-temporal variations of  $\text{NO}_3$  values in Guerbes-Sanhadja wetlands water

The high values of nitrates in the summer season compared to the rainy season, noted in P3 and P4, could be due mainly to the intense evaporation and augmentation of the degradation of organic matter. Besides, the pollutant load resulting from the discharge of habitats wastewater is located in the vicinity of this site (Garaet Lemsouessa). As for the values recorded during the rainy season, they are due to the agricultural practices consisting in applying abundantly industrial fertilizers or manure. The use of chemical fertilizers and organic (fertilizer) to amend the soil enriches the fields in nitrogen and under the effect of rain; this nitrogen is leached to these water bodies increasing its content.

The findings of  $\text{NO}_3$  levels analyzes reported by Kouati *et al.* (2016) showed values closer to our results ranging between 0,044 mg/l and 3,987 mg/l, whereas Merzoug (2010) recorded more or less low values, ranging from 0,007 mg/l to 0,092 mg/l. On the other hand, other studies have shown high values of nitrate levels in surface waters, Khadri (2009) at Oued Seybouse noted values ranging between 0,570 mg/l and 7,093 mg/l.

## NITRITES ( $\text{NO}_2$ )

Our results show that nitrite levels follow a seasonal rhythm equivalent to that of nitrate. We noted remarkable levels in periods of high temperatures, the values were about 0,70 mg/l recorded in P4, while the low levels were recorded in winter periods in P1 is 0,026 mg/l (Fig.07A).

This element may be toxic at these exaggerated concentrations (average of 0,40 mg/l) exceeding the standard (0,184 mg/l) (Aounallah, 2007). Changes in  $\text{NO}_2$  concentrations are due to the same factors such as wastewater discharges and climatic factors affecting the  $\text{NO}_3$  concentrations.

Our findings recorded at the different water levels of the Guerbes-Sanhadja wetlands complex are partially similar to those recorded in other works: 0,001 mg/l-0,092 mg/l noted by Merzoug (2010) and 0,0008 mg/l-0,0038 mg/l noted by Kouti *et al.* (2016) in the same region.

A

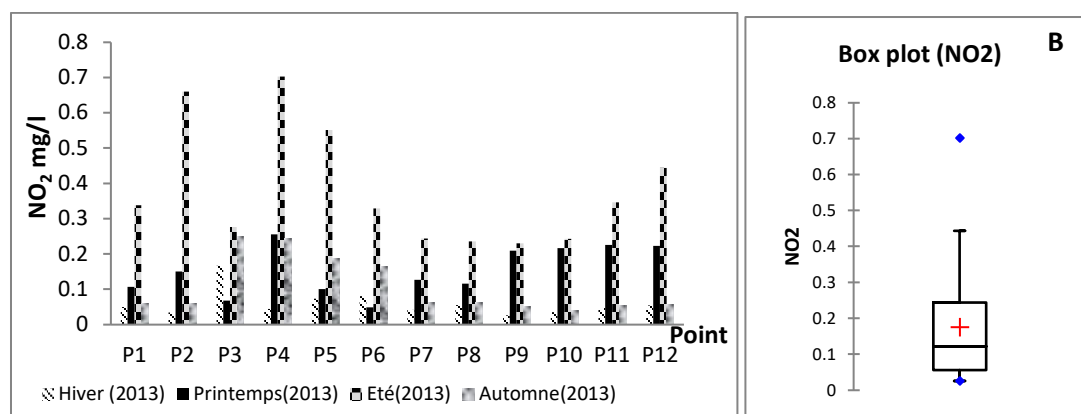


Fig. 7. Spatio-temporal variations of  $\text{NO}_2$  values in Guerbes-Sanhadja wetlands water complex

### PHOSPHORUS ( $\text{PO}_4$ )

the levels of phosphates in the water of the Guerbes-Sanhadja complex wetlands show significant fluctuations (Fig.08A) marked by a peak of 0.28 mg / l observed during the summer period in P3, with a highest concentrations in P3 and P4 compared to other points where we have recorded the lowest concentrations during the winter period with a peak of 0.007 recorded at P7 (Fig.08A).

The presence of phosphates in natural waters at concentrations higher than 0,2 mg/l is indicative of pollution by valve waters containing organic phosphates and synthetic detergents as well as runoff water (Mehennaoui, 1998).

Our results are consistent with those of Merzoug (2010), where he has recorded values ranging between 0,004 mg/l and 0,21 mg/l.

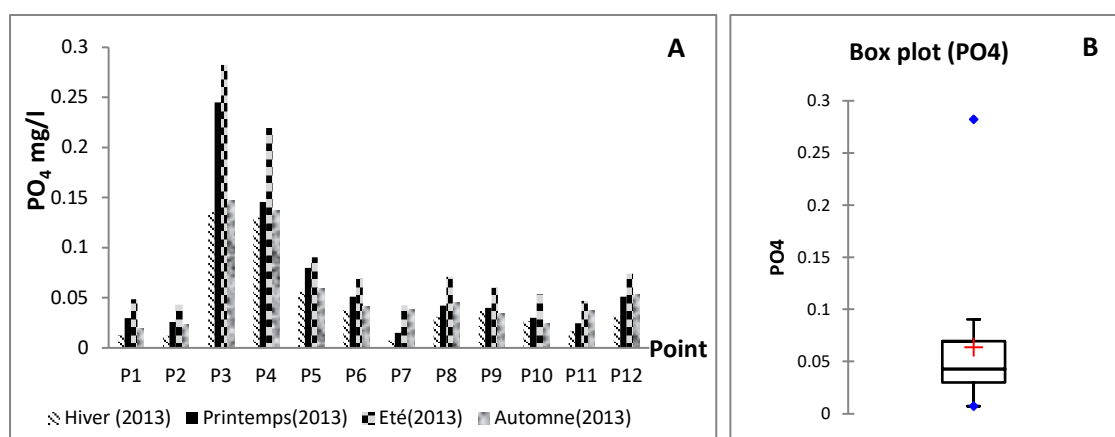


Fig. 8. Spatio-temporal variations of  $\text{PO}_4$  values in Guerbes-Sanhadja wetlands water complex

## 3.2 BACTERIOLOGICAL QUALITY OF WATER

### TOTAL COLIFORMS

Our analyzes show that the number of total coliforms is very high during the dry period (Fig.09). The average concentration is of the order of  $11 \times 10^4$  germs/ml. The maximum concentration was recorded at P4 with more than  $2 \times 10^6$  germs/ml, while the minimum concentration was obtained at P1 with  $12 \times 10^2$  germs/ml (Fig.09A).

A

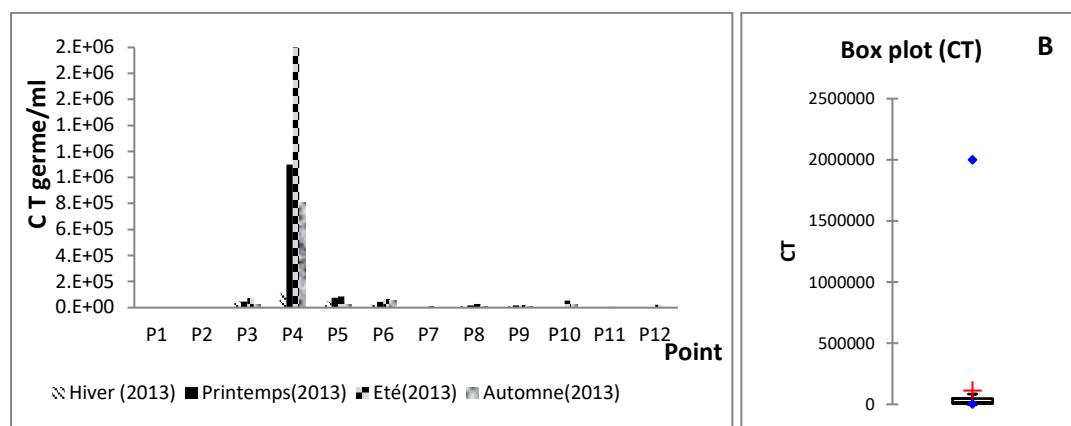


Fig. 9. Evolution of the number of total coliforms in Guerbes-Sanhadja wetlands water complex

The observation of the results of the fecal coliform count obtained revealed significant seasonal and spatial variations, where the minimum concentrations are recorded during the winter period, while the maximum concentrations are recorded during the summer period.

Our results are identical to those highlighted by Merzoug (2010) and Koutiv *et al.* (2016) in the same region.

#### FECAL COLIFORMS

The enumeration of fecal coliforms in the water of the Guerbes-Sanhadja complex show that this water contains an average concentration of  $41 \cdot 10^3$  germs/ml. The maximum concentration was recorded at P4 with  $11 \cdot 10^5$  germs/ml, while the minimum concentration is obtained at P1 with 850 germs/ml (Fig.10A).

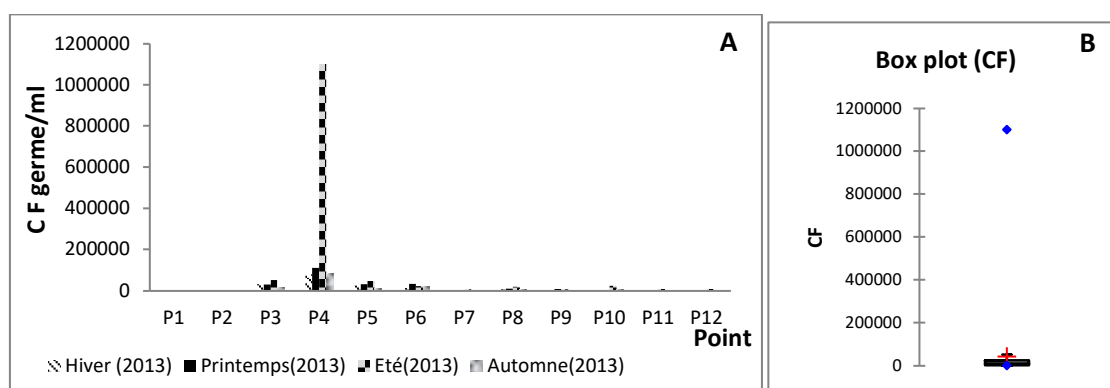


Fig. 10. Evolution of the number of fecal coliforms in Guerbes-Sanhadja wetlands water complex

The summer period is characterized by high concentrations, while the winter period is characterized by low concentrations (Fig.10A).

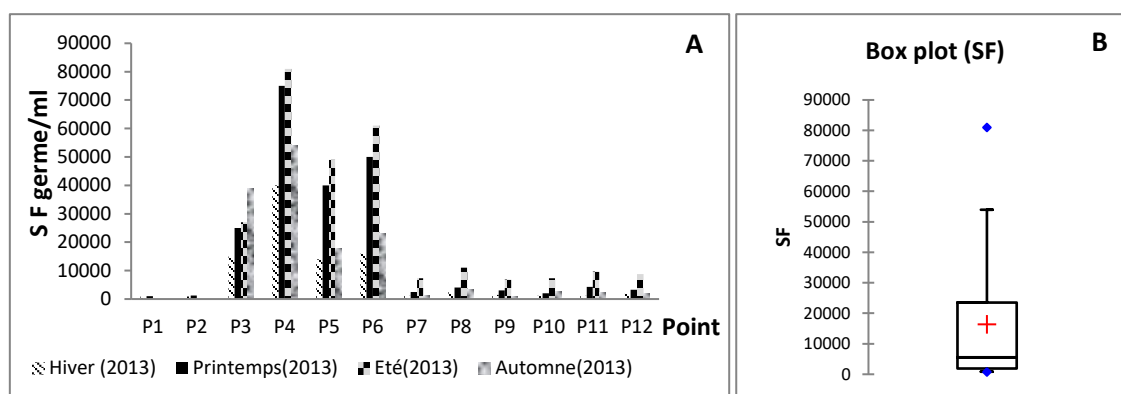
Our results are consistent with those of Merzoug (2010) and Kouti *et al.* (2016) made in the same region.

#### FECAL STREPTOCOCCI

As for fecal streptococci, it is noted that their average concentration in wetlands water of Guerbes-Sanhadja complex is of  $16 \cdot 10^3$  germs/ml, with a maximum value recorded at point P4 ( $81 \cdot 10^3$  germs/ml) and a minimum value recorded at points P1 and P2 (respectively  $8,5 \cdot 10^2$  and  $9 \cdot 10^2$  germs/ml) (Fig.11A).

Furthermore, our findings show that the number of fecal streptococci in the water of these wetlands undergoes large fluctuations during the study period. The minimum concentrations are recorded during the winter period, while the maximum concentrations are recorded during the summer (Fig.11A).

The findings of Merzoug (2010) and Kouati *et al.* (2016) in the same region are similar to ours.



**Fig. 11. Evolution of the number of fecal streptococci in Guerbes-Sanhadja wetlands water complex**

Bacterial enumeration results show values above the allowable standards. Several factors could explain these high rates. Indeed, the large spatial variations of the bacterial load and the indicator flora of fecal contamination seem to be related to the water flow and the effect of the few domestic discharges and livestock and the use of manure as fertilizer (over 49,000 cattle and sheep grazing extensively) (D.G.F., 2002), which explains the high concentrations of bacteria recorded in P4 (GaraetLemsauouessa), in addition it is fed by the waters of Oued El-Kebir, which plays a role in the transmission of pollutants and other substances that lead to the proliferation of these germs.

Concerning the temporal variations of the recorded values, they can be explained by the influence of the hydrometeorological conditions changes. Temperature and precipitation have the most important role in decreasing and/or increasing the conditions of development and bacterial growth.

#### PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)

In order to establish a relationship between the different physicochemical and bacteriological parameters and for a better evaluation of the effect of anthropogenic activities on the water quality of the Guerbers-Senhadja wetland, we performed a statistical treatment to set parameters. Our ACP analysis was conducted with a matrix of 12 sampling points and 10 descriptors.

Table 02 and Figure 12 give respectively the correlations between variables, factors, and the projection of the variables in the space of the axes F1 and F2.

**Table 2. Correlation Between Variables and Factors**

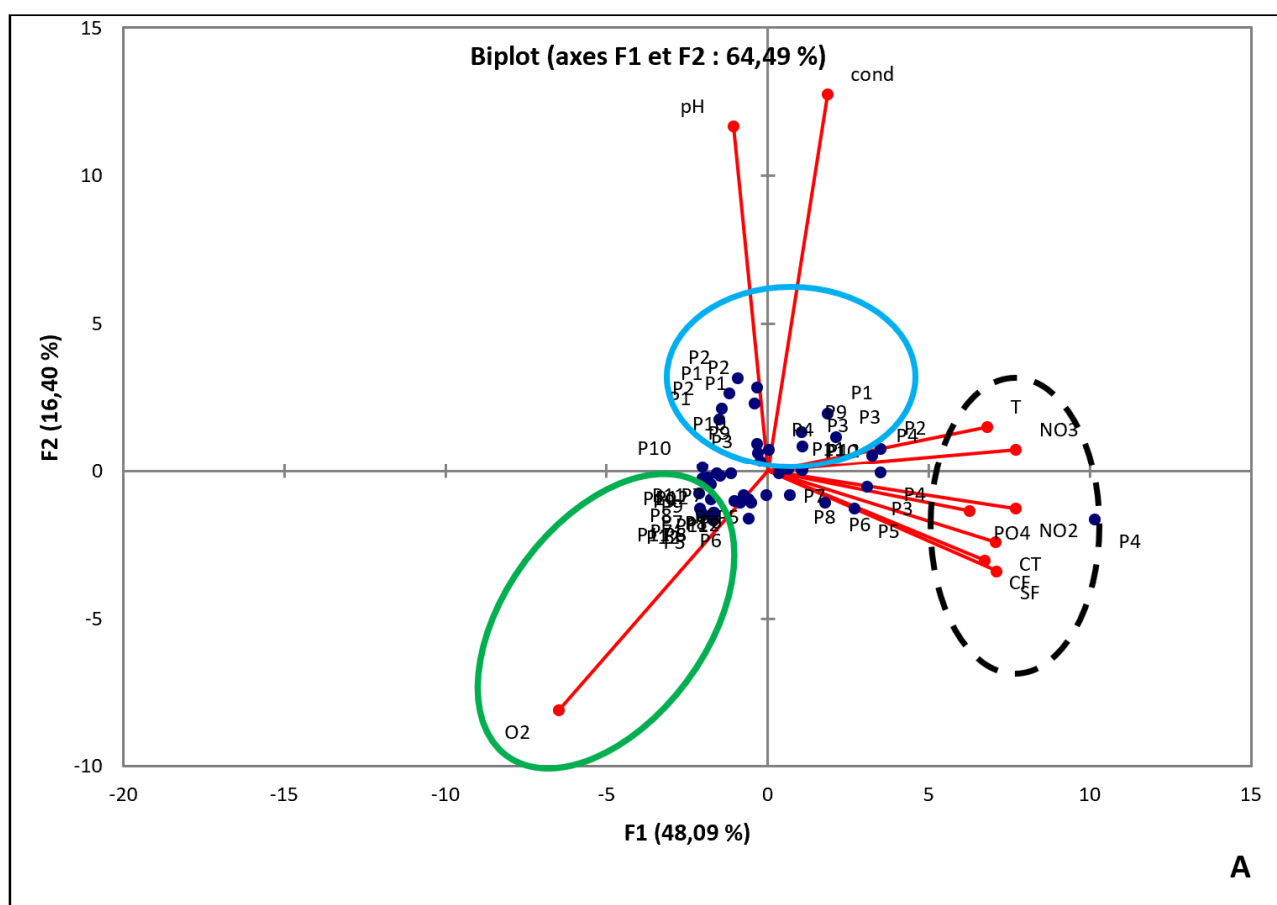
	F1	F2
pH	-0,118	0,750
T	0,750	0,098
EC	0,203	0,819
DO <sub>2</sub>	-0,714	-0,521
NO <sub>3</sub>	0,847	0,049
NO <sub>2</sub>	0,845	-0,081
PO <sub>4</sub>	0,691	-0,088
TC	0,779	-0,155
FC	0,744	-0,196
FS	0,782	-0,217

The analysis of the factorial plan F1 and F2 shows that more than 64,49% of the observations are expressed. Axis F1 has a variance of 48,09% and is expressed by CT, CF, SF PO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> and T ° (Tab.02 and Fig.12). Axis F2 has a variance of 16,40% and is expressed by: the electrical conductivity, pH and dissolved O<sub>2</sub> (Tab.02 and Fig.12).

It is noted that F2 axis opposes clearly the sites where concentrations of fecal germs and nutrients are very high compared to those with low concentrations of dissolved O<sub>2</sub>, they are mainly noticeable during the summer. This allows us to distinguish that the increase in nutrient levels (degradation of organic matter) is always accompanied by the presence of large masses of microorganisms under the effect of high temperatures noted especially in points P3 and P4. This phenomenon causes a decrease in the concentrations of dissolved O<sub>2</sub> in these points during this season. Conversely, the points where we recorded high concentrations of dissolved O<sub>2</sub> are characterized by low concentrations of mineral salts and low microbial masses (P9, P10-Guerat Hadj-Taher and P7, P8-Garaet Sidi Makhoul).

A third group opposes the two previous ones where the waters are less rich in indicator germs of fecal contamination in which pH values are high, it means that these waters are less polluting compared to the others, this is noticed especially during the winter period (P1, P2 – Beni M'Hamed Garaet)

PCA has shown that the pollution with the indicator of fecal contamination is represented along of F2 axis (Fig.12). This pollution is rather anthropogenic and would result from the presence of domestic waste and excrement of animals at the edge of these wetlands, it is also noted that the use of fertilizers and pesticides in agriculture contributes to the increase of the concentrations of certain chemical elements.



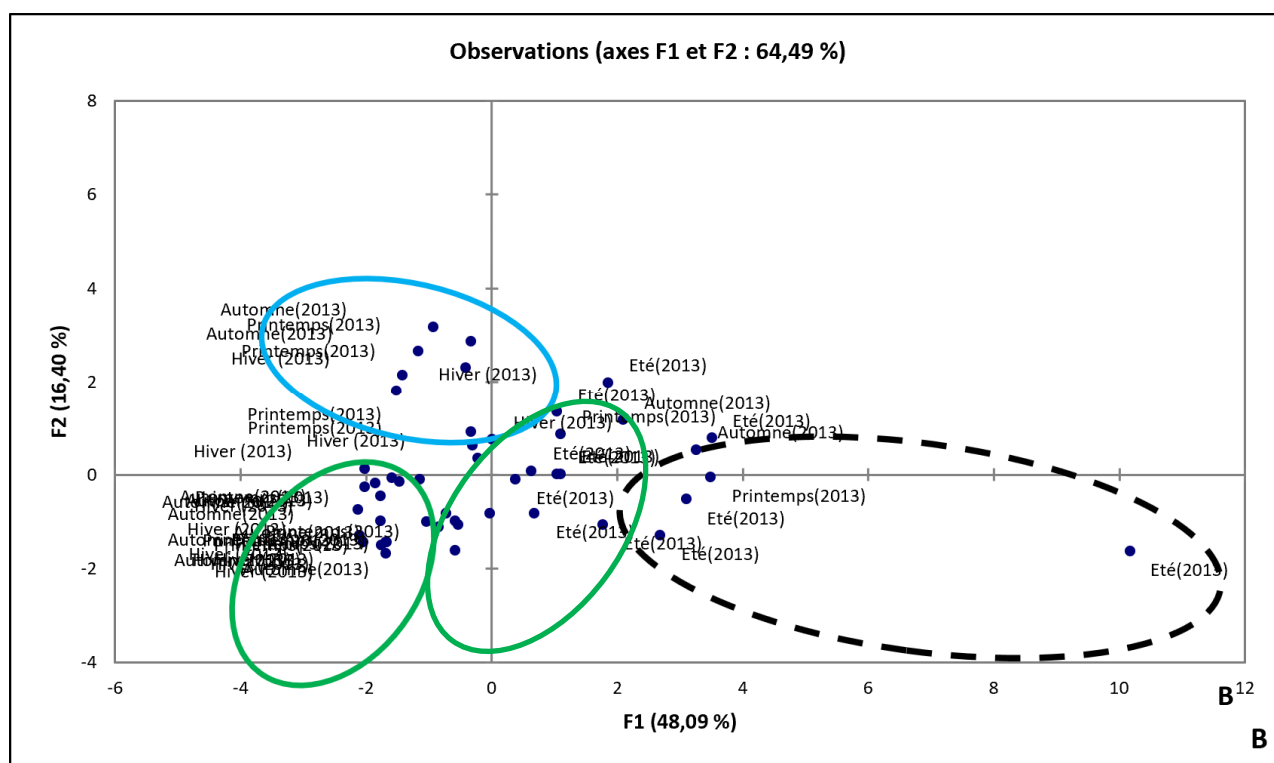


Fig. 12. Spatial (A) and temporal (B) distributions of the physicochemical and bacteriological parameters according to the F1x2 plan of the ACP

#### THEMATIC ANALYSIS OF MAPS FOR PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL PARAMETERS

The use of the Water Quality Assessment System (WQAS) has allowed us to re-classify properly the water quality class of our wetlands. The key figures in Table 03 are an extract from the water evaluation grid 2-2003 version. Following the quality index for each alteration parameter is the result of the correspondence between the values of concentration of this latter and an index ranging between 0 and 100 (Tab.04).

Table 3. Classes and quality indices

Parametre class	bleu	green	yellow	orange	red
T(°c)	<20	20-22	22-25	25-30	>30
pH	6,5	8,5	9	9,5	>9,5
Electrical conductivity (µS/cm)	<400	400-750	750-1500	1500-3000	>3000
Dissolved oxygen(mg/l)	8	6	4	3	<3 - >13
NO3(mg/l)	2	10	25	50	>50
NO2(mg/l)	0,03	0,3	0,5	1	>2
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/l)	0,1	0,5	1	2	>2
TC (u/100ml)	50	500	5000	10000	>10000
FC(u/100ml)	20	200	2000	20000	>20000
FS(u/100ml)	20	200	1000	10000	>10000

Bleu	Very good
Vert	Good
Jaune	Fair
Orange	bad
Rouge	Verybad

## CARTOGRAPHY

To properly determine the concentration distribution of the different elements on the map, we have used the classes and indices of the WQAS grid for each parameter presented by a point size changing according to the key-figures interval expressed for the quality of the water for each parameter.

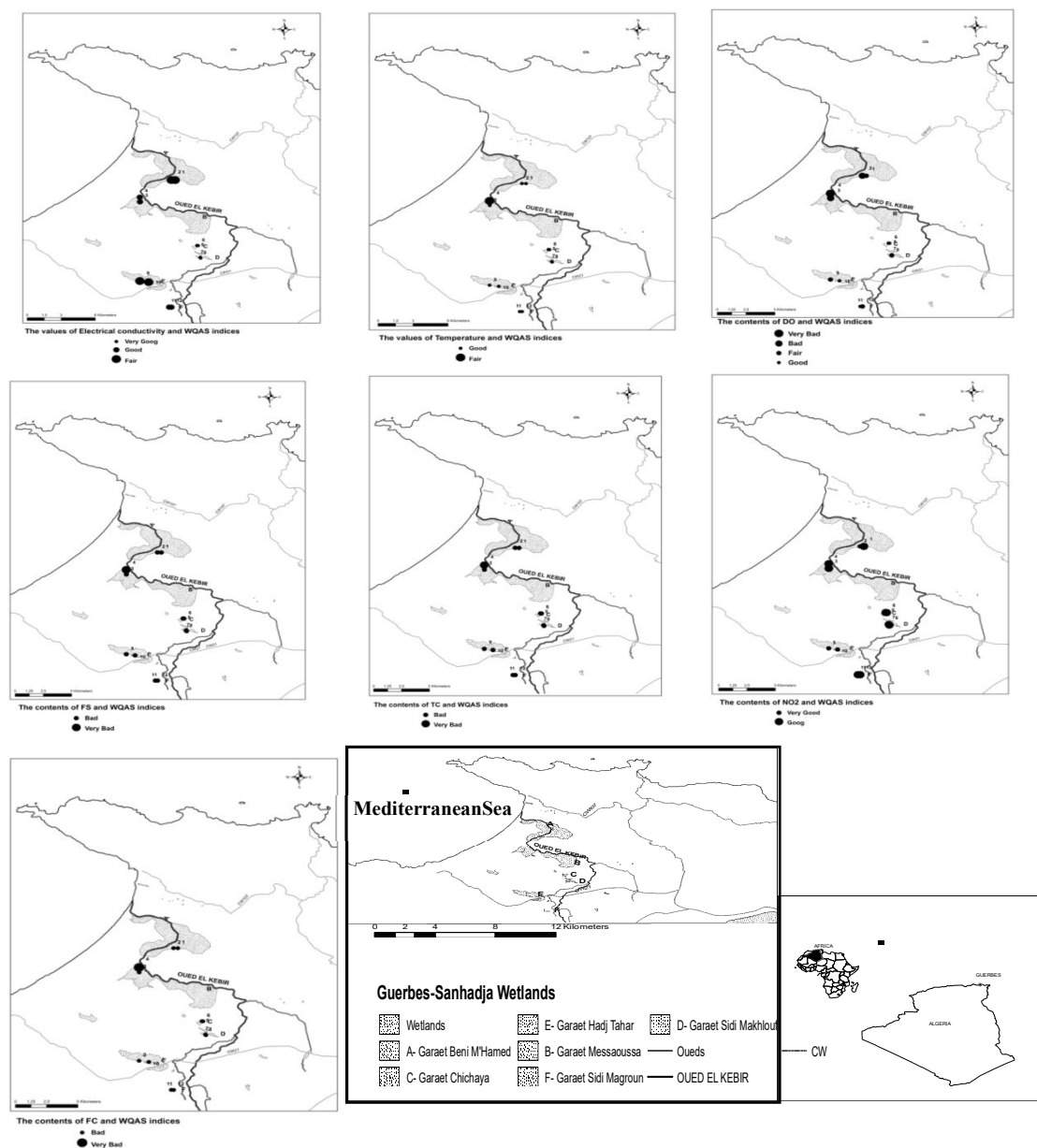


Fig. 13. Concentration distribution of the different elements on the cart using ARC Gis

## 4 CONCLUSION

This work was devoted to the study of the bacteriological and physicochemical quality of main wetlands water of Guerbes-Sanhadja complex, based on the determination of certain pollution indicators. All of the water samples studied are of fair to good quality with a minimal contamination, at exception of Garaet Lemsoussa and Garaet Chichaya. These are marked by the particular presence of fecal contamination indicators.

The good quality of water in these wetlands, far from all sources of dangerous pollution except for some cases of urban discharges or manure (agricultural zone), makes these water bodies a favorable place attracting a very diversified aquatic bird life especially during winter. It represents also a reservoir of fresh water for groundwater recharge and even for use in



agriculture if conditions are favorable. That is why we stress the importance of preserving and maintaining these wetlands as a natural resource, by caring for and preserving them in order to ensure a more balanced ecosystem.

## REFERENCES

- [1] Abboudi A., Tabyaoui H., El Hamichi f., Benaabidate L., Lahrach A. (2014) Study of physicochemical quality and metallic contamination of surface water in the Guigou watershed (Morocco). *European Scientific Journal* August 2014 edition vol.10, No.23
- [2] Aounallah O. (2007) Chemical characters of the contributions of OuedSeybouse to the coast of Annaba.Nutritious salts and organic matter. Brief submitted for graduation from Magister, BadjiMokhtar University, Annaba. 37p.
- [3] Atoussi S. (2008 Ecology of diving ducks in HadjTaharGaraet (Ben Azouz, Skikda). Magister's thesis. Univ. May 08, 1945. Guelma (Algerian). 74p.
- [4] Bird Life International (2004). Threatened Birds of the World 2004. BirdLife International CD-Rom, Cambridge, UK.
- [5] Boumezbeur A. (2001) Atlas of Algerian wetlands of international importance.2nd edition ATLAS. 56p.
- [6] Chapman D., Kimstach V. (1996) Selection of water quality variables. *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring*, Chapman edition, 2nd ed. E& FN Spon, London, pp. 59-126.
- [7] D.G.F. (2002) Atlas of Algerian wetlands of international importance.3<sup>rd</sup> Edition,III. 58p.
- [8] Delarras C. (2007). *Practical microbiology for the laboratory of analyzes or sanitary control*. Lavoisier: Tec & Doc. Paris. 463p.
- [9] Djemai M. (2008) Physicochemical assessment of the waters of the OuedSébaou valley and its immediate environment: Impact of urbanization, industry and agriculture on water quality in Greater Kabylia (Algeria). PhD in geology, applied, option: hydrogeology, UMMTO, 188 p.
- [10] Djouamaa M. (2011) Physicochemical and bacteriological characterization of a wetland "Wetland" at El Oued with a view to its rehabilitation Master's degree in Biology University Mohamed Kheider-BISKRA- 144p.
- [11] Hasni Tfeil Mohamed Mahfoudh Baba Ainina Moulay Mhamed Ahmed Aliyen Lemhaba Yarba Abdellahi Mohammed Vall Hmeyada *and al.* (2018) Physico-chemical Characterization of Surface Water and Study of the Ichthyological Diversity of Some Wetlands in Mauritania *European Scientific Journal* February 2018 edition Vol.14, No.6 pp 83-101.
- [12] Joleaud L. (1936) Geographical study of the region of Bone and Calle. *Bull. Serv. Cart Geol of Algeria*.2nd stratigraphic series.General description. 185p.
- [13] Kambire O. *and al.* (2014). Characterization of the waters of an estuarine lagoon of Côte d'Ivoire: Aby lagoon. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, No. 20, pp. 95-110.
- [14] Khadri S. (2009) Water quality of the Seybouse valley in its downstream part: Impacts of neofactors Pollution. Magister memory. University Badji Mokhtar-Annaba.134p.
- [15] Kouti A., Mezedjri L. and Houhamdi Moussa (2016) The evaluation of the physico-chemical quality of the water of three marshers of the eco-complex of Sanhadja Guerbes (Skikda, Northeast of Algeria. Third International Conference on Energy, Materials, Applied Energetics and Pollution ICEMAEP 2016, October 30-31. Constantine, Algeria.
- [16] W.H.O. (2000) *Quality Guidelines for Drinking Water Volume 02 Hygiene and Supporting Documentation*.
- [17] MEDD and Water Agencies (2003) *Evaluation Grid Version 2 - 39 - March 21. Water Quality Assessment System for Watercourses (SEQ-Eau)*.
- [18] Mehennaoui F. Z., (1998) Contribution to the physicochemical and biological study of Oued Kébir-Rhumel and these main tributaries. Memory of magister in ecology. University of Constantine. 238p.
- [19] Merzoug S. (2010) Study of the microbiological and physicochemical quality of the water of the lacustrine ecosystem Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya Skikda). Memory of Magister. Univ. May 08, 1945 from Guelma, Algeria. 119 p.
- [20] Metallaoui S. and Houhamdi M. (2008) Preliminary data on the aquatic birds of Hadj-Tahar Garaet (Skikda, North-East Algeria). *Afri. Birdclub. Bull.* 15 (1): 71-76.
- [21] Ramdani H., Laifa A. (2017) Physicochemical quality of Wadi Bounamoussa surface waters (Northeast of Algeria). *Journal of Water and Land Development*. No. 35 p. 183-191
- [22] Rodier J. (1984) *The analysis of water*.Dunod publisher. 1365p.
- [23] Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. and Rodi L. (1996) *Water analysis: Natural water, wastewater, seawater*. 8<sup>th</sup> edition. Dunod. Paris. 1383p.
- [24] Rodier J., Legube B., Merlet N. *et al.* (2009) *Water Analysis*.9th edition. Dunod. Paris. 1579p.
- [25] Samraoui B. and De Belair G. (1997) The Guerbes-Sanhadja wetlands: part I. Overview. *Ecology*. 28: 233-250.

- [26] Tandia C.T. (2007) Control and monitoring of wastewater quality. Protocol for the determination of physicochemical and bacteriological parameters. CREPA.(3). 1-52.
- [27] Zinsou H. Leonce, A. Arthur Hermas, Pierre G., Delphine A., L. Philippe (2016) Physico-chemical characteristics and water pollution of the Oueme delta in Benin.J. Appl. Biosci. 2016, 97: 9163 - 9173.

## Perception de l'intérêt de l'entomologie médico-légale par les agents de la chaîne judiciaire au Burkina Faso : état des lieux et perspectives

### [ Perception of the interest of forensic entomology by agents of the judicial chain in Burkina Faso : state of play and perspectives ]

*D. Honoré Kientega<sup>1</sup>, Antoine Waongo<sup>2</sup>, Zakaria Ilboudo<sup>1</sup>, T. A. Moctar Zeba<sup>3</sup>, and Antoine Sanon<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, 06 BP 9499 Ouagadougou 06, Burkina Faso

<sup>2</sup>Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de Kamboinsé, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles 01 BP 476 Ouagadougou 01 INERA, Burkina Faso

<sup>3</sup>Laboratoire de Police Technique et Scientifique, Ouagadougou, Burkina Faso

Copyright © 2019 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:** In Burkina Faso, corpses discoveries are common especially in Ouagadougou and Bobo-Dioulasso respectively the political and the economical capitals. These two towns are the most populous cities of this country. With a low rate of elucidation of criminal cases, legal entomology remains an asset for investigators if it is known. The purpose of the present study was to take stock of the knowledge of legal entomology among the main actors involved in the criminal investigations in Burkina Faso. To conduct this study, 192 actors in the judicial chain have been concerned. Among these actors, there was 107 policemen (55. 7%), 40 gendarmes (20.8%), 33 magistrates (17.2%) and 12 doctors (6.3%). After explaining the details of the survey, a series of questions was submitted to them. Of those responding, 86% recognized the importance of legal entomology and its introduction in their basic training.

**KEYWORDS:** corpse, insects, investigators, criminal investigation and crime scene.

**RESUME:** Au Burkina Faso, les découvertes de cadavres sont légions, surtout dans les villes de Ouagadougou, capitale politique et Bobo-Dioulasso, capitale économique qui sont les deux villes les plus grandes et du même coup les plus peuplées. Avec un taux d'élucidation des affaires criminelles très faible, l'entomologie légale est indéniablement un atout pour les enquêteurs dans les méthodes d'investigation criminelle si elle est effectivement connue et exploitée. La présente étude a eu pour but, de faire l'état des lieux sur les connaissances et l'utilisation de l'entomologie légale chez les acteurs de la chaîne judiciaire au Burkina Faso. L'enquête a porté sur une population d'agents de la chaîne judiciaire de 192 personnes composée de 107 policiers (55. 7%), 40 gendarmes (20.8%), 33 magistrats (17.2%) et 12 médecins (6.3%) des deux villes. Il ressort que cette science est très peu connue des acteurs qui sont par ailleurs, les premiers intervenants dans la gestion d'une scène de crime. Malgré cela 86,5% des personnes concernées reconnaissent l'utilité de l'entomologie légale dans l'élucidation des affaires judiciaires. Ils proposent son introduction dans les curricula de formation des agents de la chaîne judiciaire, toute chose qui permettra un meilleur dénouement des enquêtes criminelles.

**MOTS-CLEFS:** cadavre, insectes, enquêteurs, investigation criminelle et scène de crime.

## 1 INTRODUCTION

La mort d'une personne surtout dans les circonstances non élucidées, suscite toujours des interrogations quant aux circonstances ayant entraîné cette mort. Pour lever le mystère qui entoure souvent certaines morts, plusieurs outils basés sur des critères thanatologiques (morphologiques, physiques et thermiques) existent, pour estimer le moment du décès [1]. En

effet après la mort, le corps est soumis à plusieurs phénomènes dont le refroidissement, la rigidité, la lividité et l'augmentation du taux de potassium dans l'humeur vitrée de l'œil [2]. Tous ces marqueurs cadavériques présentent néanmoins des limites et ne permettent pas après une longue durée, de répondre à certaines questions liées au décès [3]. C'est alors que l'entomologie légale apparaît comme la technique la plus fiable à cet effet [4].

L'entomologie légale ou entomologie médico-criminelle ou encore entomologie forensique, est la science qui étudie l'ensemble des relations entre les insectes et la justice. Elle fait intervenir plusieurs catégories de personnels incluant des officiers de police judiciaire, de la police et de la gendarmerie, des magistrats du parquet et de l'instruction ainsi que des experts requis [5]. Cette discipline scientifique peut permettre de déterminer le moment du décès avec précision, déduire si le corps a été déplacé depuis le décès ou si une drogue ou une substance toxique a été utilisée [6]. L'entomologie légale se base dans ses principes sur les aptitudes extraordinaires de certains arthropodes à s'adapter à la plupart des milieux de vie. Les insectes représentent de loin le groupe d'animaux le plus important sur la terre. Ainsi, des centaines d'espèces d'arthropodes, principalement des Diptères et des Coléoptères, sont attirées par les cadavres [7]. Ils se nourrissent de cadavres et s'y reproduisent en fonction de leurs préférences biologiques, du stade de décomposition des corps et de l'interaction alimentaire entre eux [8]. L'association de ces groupes à la décomposition de cadavres ouvre alors une large gamme d'utilisations des arthropodes aux entomologistes médico-légaux, notamment dans le contexte de l'investigation et de la criminalistique [9].

Les villes de Ouagadougou (2 868 034 habitants), capitale politique et de Bobo-Dioulasso (806 939 habitants), capitale économique du Burkina Faso sont les deux villes les plus grandes et les plus peuplées du pays<sup>1</sup>. Au cours des cinq (05) dernières années, les cas de découvertes de cadavres non élucidés sont estimés à 77% pour la ville de Ouagadougou et à 82% pour la ville de Bobo-Dioulasso. De ce fait, des questions se posent quant à l'utilisation par les enquêteurs de tous les moyens scientifiques au regard de l'importance de l'entomologie légale pour l'établissement de la vérité dans plusieurs affaires criminelles pour la police judiciaire [11]. Au Burkina Faso où les découvertes de cadavres sont légions, l'entomologie légale est indéniablement un atout pour les enquêteurs dans les méthodes d'investigation criminelle si elle est effectivement connue et exploitée. La présente étude a donc pour but, de faire l'état des lieux sur les connaissances et l'utilisation de l'entomologie légale par les acteurs de la chaîne judiciaire au Burkina Faso. Elle vise plus précisément à apprécier le niveau de connaissances de ces acteurs et à déterminer leurs besoins pratiques dans ce domaine dans le cadre de leurs enquêtes afin d'orienter les recherches scientifiques en entomologie légale.

## **2 MATERIELS ET METHODES**

### **2.1 LES ZONES D'ETUDE**

L'étude a été menée dans les deux plus grandes villes du Burkina Faso que sont Ouagadougou, la capitale politique, chef-lieu de la région du centre (N12°21'56'' et W001°32'01'') et Bobo Dioulasso, la capitale économique, chef-lieu de la région des Hauts Bassins (N11°11'00'' et W004°17'00''). Le choix de ces deux villes se justifie non seulement par le fait qu'elles sont les villes les plus peuplées du pays mais aussi du fait de la forte densité des acteurs de la chaîne judiciaire et du fort taux de criminalité.

### **2.2 POPULATION CIBLEE PAR L'ENQUETE**

Cette étude a concerné 192 personnes intervenant directement ou indirectement dans la chaîne judiciaire et officiant tous dans les villes. Cette population n'est pas un échantillonnage mais la totalité des acteurs ciblés de ces villes. Sur les 192 personnes concernées par l'enquête, il y avait 107 policiers (55,7%), 40 gendarmes (20,8%), 33 magistrats (17,2%) et 12 médecins (6,3%). La répartition des acteurs enquêtés en fonction des deux sites de l'étude est résumée dans la Figure1.

---

<sup>1</sup> <https://www.populationdata.net/pays/burkina-faso/>

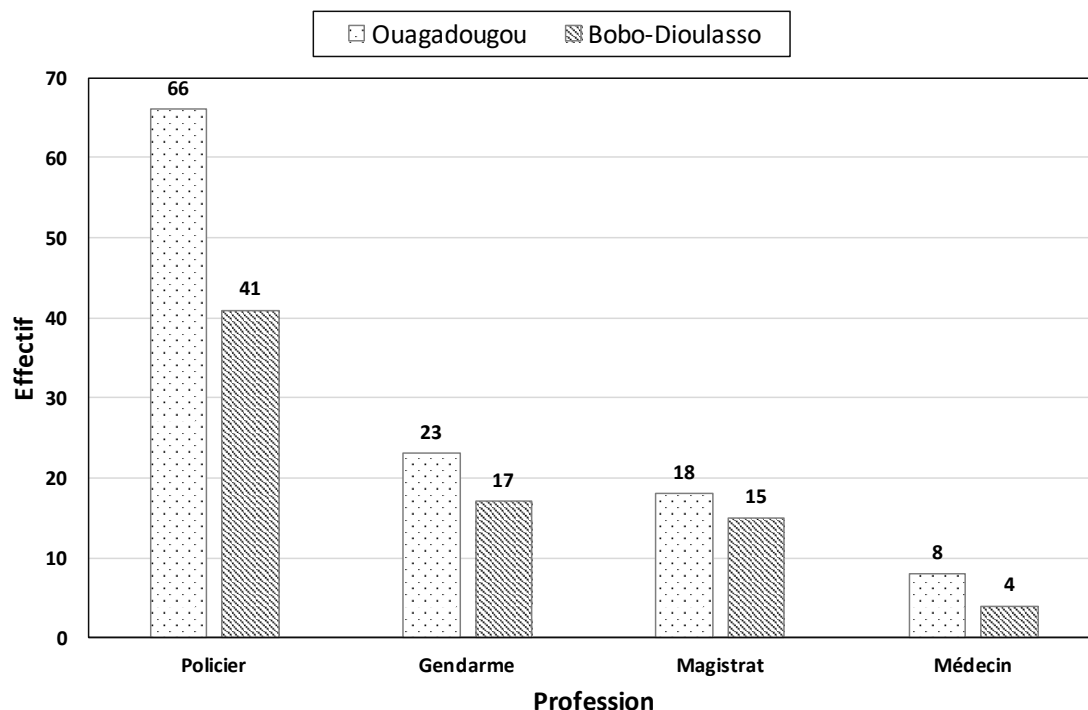


Fig. 1. Répartition des acteurs de la chaîne judiciaire enquêtés en fonction des deux sites de l'étude

## 2.3 METHODOLOGIE D'ENQUETE

Notre étude a consisté à rencontrer tous les acteurs ciblés afin de leur en expliquer les objectifs et l'utilisation prévue des résultats. Tous ceux qui ont subi l'enquête ont au préalable donné leur consentement à poursuivre l'enquête. Celle-ci a consisté à leur administrer individuellement un questionnaire conçu à cet effet et portant une série de questions fermées et/ou ouvertes. L'enquête visait à collecter des informations auprès des acteurs de la chaîne judiciaire sur leur connaissance de l'entomologie légale, leurs perceptions de l'utilité de cette science ainsi que les usages éventuels qu'ils en font dans leurs activités professionnelles. Enfin, l'enquête visait également à recueillir les avis des enquêtés sur la pertinence d'inclure un module de formation sur l'entomologie légale dans leur formation professionnelle.

## 2.4 ANALYSE DES DONNEES

Les données collectées lors de l'enquête ont été saisies dans le tableur Excel 2016 qui a également été utilisé pour le calcul des différentes proportions ainsi que pour la réalisation des différents graphiques.

# 3 RESULTATS

## 3.1 EXPERIENCE PROFESSIONNELLE

L'analyse des réponses montre que 41,1% des enquêtés ont moins de 5 ans d'expérience professionnelle tandis que 8,3% ont plus de 20 années de service (Tableau 1). Il ressort également que parmi les enquêtés ayant moins de 5 années de service, 64,6 % sont de la ville de Ouagadougou pendant que 35,4 % sont en service dans la ville de Bobo-Dioulasso.

Tableau 1. Répartition des enquêtés en fonction de leur profession et de leur expérience professionnelle dans les deux villes d'enquête

Expérience professionnelle	Profession	% d'enquêtés		Total
		Ouagadougou	Bobo-Dioulasso	
< 5ans	policiers	16,1	6,2	22,36
	gendarmes	2,6	2,6	5,2
	magistrats	6,8	5,7	12,48
	Médecins	1,0	0	1,0
[5 ; 10[	policiers	10,9	5,7	16,6
	gendarmes	6,8	4,2	10,9
	magistrats	2,6	1,6	4,2
	Médecins	1,6	2,1	3,6
[10 ; 15[	policiers	2,1	6,8	8,8
	gendarmes	1,6	1,0 %	2,6
	magistrats	1,6	0	1,6
	Médecins	0	0	0
[15 ; 20 [	policiers	0,5	0,5 %	1,0
	gendarmes	1,0	0	1,0
	magistrats	0	0	0
	Médecins	0	0	0
≥20 ans	policiers	4,7	2,1	6,8
	gendarmes	0	1,0	1,0
	magistrats	0	0,5	0,5
	Médecins	0	0	0
Total		59,8	40,2	100

### 3.2 CONNAISSANCES DE L'ENTOMOLOGIE LEGALE PAR LES ENQUETES

La proportion des policiers indiquant avoir des connaissances de l'entomologie légale est la plus importante quel que soit leur expérience professionnelle comparativement aux autres professions (Figure 2). Les Magistrats et les médecins ayant moins de cinq années de service ont une connaissance de l'entomologie légale tandis que pour les Gendarmes, il faut aller au-delà de cinq années de service.

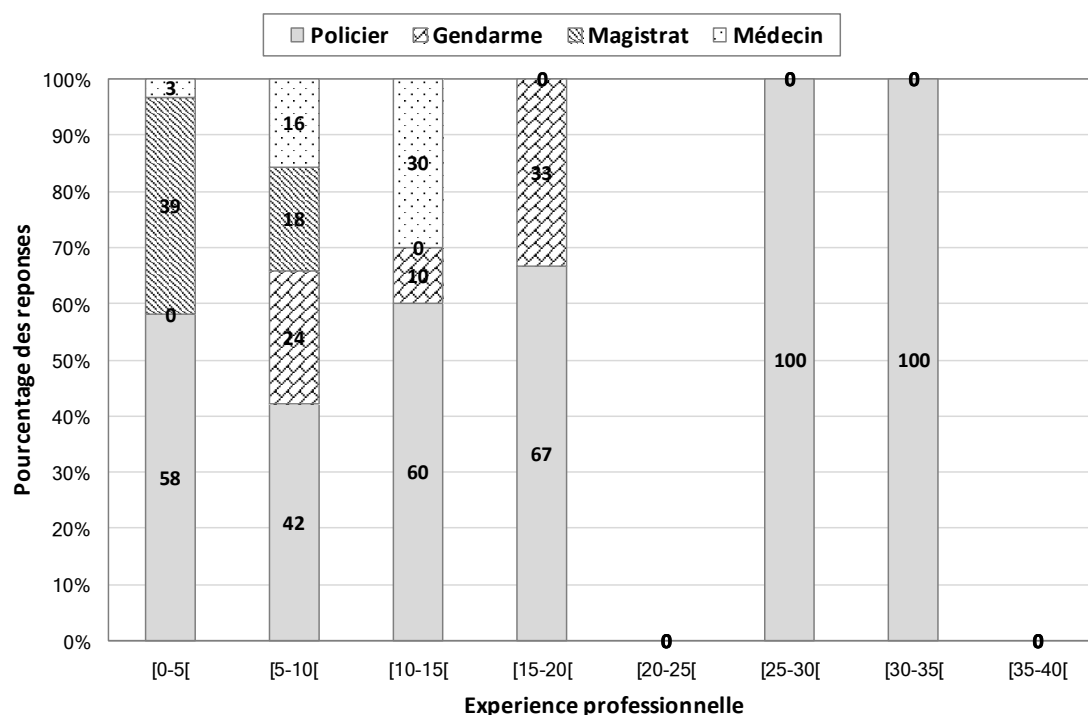


Fig. 2. Répartition des enquêtés ayant une connaissance de l'entomologie légale en fonction de leur profession et leur expérience professionnelle

### 3.3 SOURCES DE LA CONNAISSANCE DE L'ENTOMOLOGIE LEGALE EN FONCTION DE L'APPARTENANCE PROFESSIONNELLE

Les sources de la connaissance de l'entomologie légale sont diversifiées en fonction de profession des enquêtées (Figure 3). La majorité des policiers (29%) stipule que la documentation constitue leur source de connaissance de l'entomologie légale. Tandis que pour les Magistrats et les gendarmes, il s'agit des médias avec respectivement 41% et 31% des enquêtés. La formation constitue la principale source de connaissance pour 62% des médecins enquêtés.

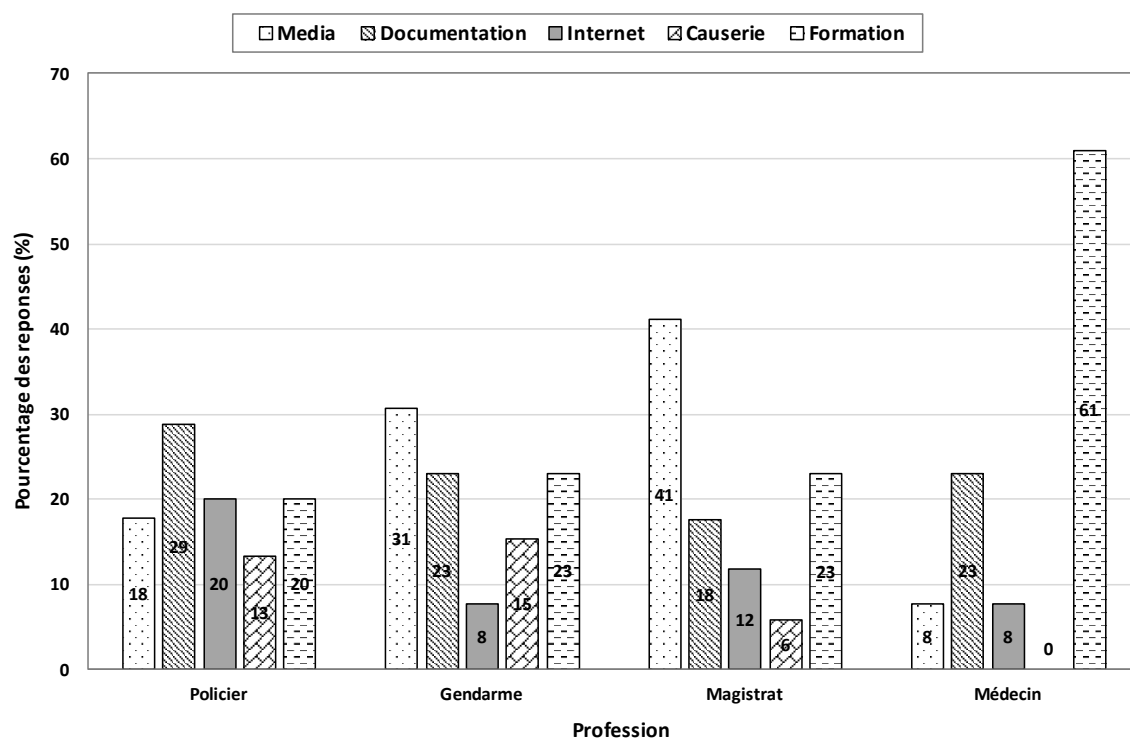


Fig. 3. Répartition des sources de connaissance de l'entomologie légale en fonction de la profession

### 3.4 LES USAGES DE L'ENTOMOLOGIE LEGALE SELON LES ENQUETES

A cette question, 35 % des policiers, 45 % des gendarmes, 46% des magistrats, et 35 % des médecins déclarent que l'entomologie légale permet de faire une datation précise du décès. 7 % des policiers, 10 % des magistrats, et 10 % des médecins pensent que l'entomologie légale permet d'établir les causes d'une infraction. 16 % des policiers, 32 % des gendarmes, 17% des magistrats, et 23 % des médecins pensent qu'elle peut permettre de savoir si un corps a été déplacé après la mort. 29 % des policiers, 18 % des gendarmes, 24 % des magistrats, et 29 % des médecins ont la conviction que cette discipline permet de déterminer la cause du décès tandis que 13 % des policiers, 5 % des gendarmes, 2 % des magistrats, et 3 % des médecins pensent qu'elle est utilisable dans la localisation des cadavres (Figure 4).

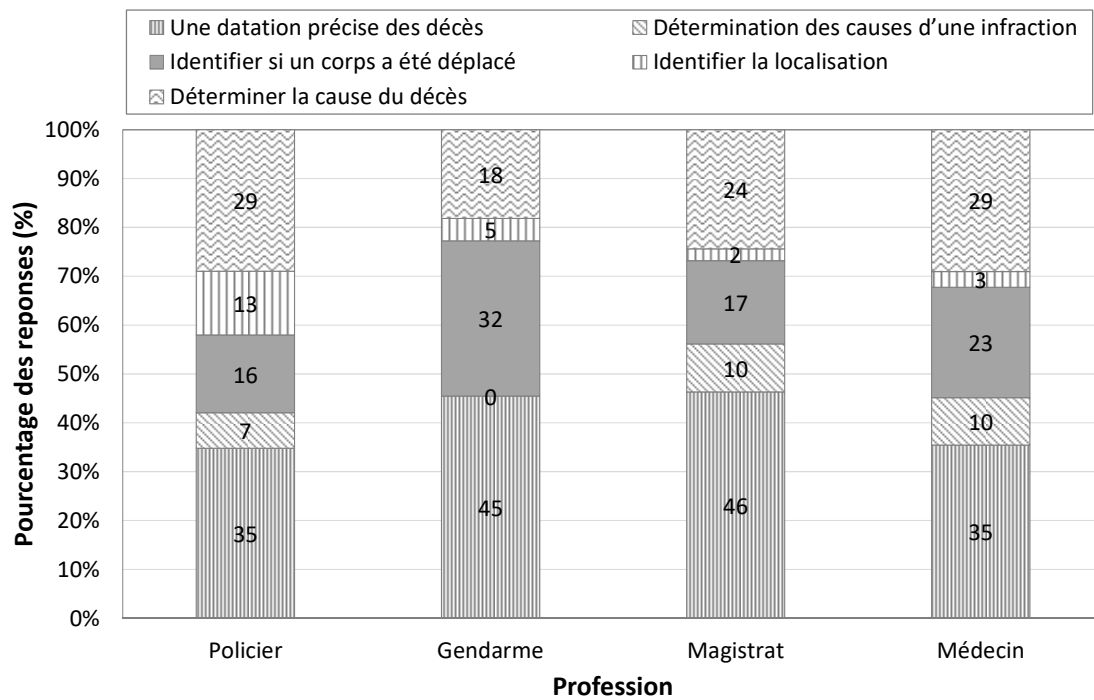


Fig. 4. Perception des usages de l'entomologie légale par les enquêtés en fonction de leur appartenance professionnelle

### 3.5 PERCEPTION DES ENQUETES DES METHODES DE DATATION DU DECES

La détermination de la température du corps constitue la principale méthode de datation du décès pour 48% des policiers, 41% des gendarmes et 58% des médecins. En revanche, 39% des magistrats estime plutôt qu'il s'agit de l'étude du cycle de vie des insectes. Cette dernière étant la deuxième méthode de datation désignée par 27% des policiers, 35% des gendarmes et 42% des médecins (Figure 5).

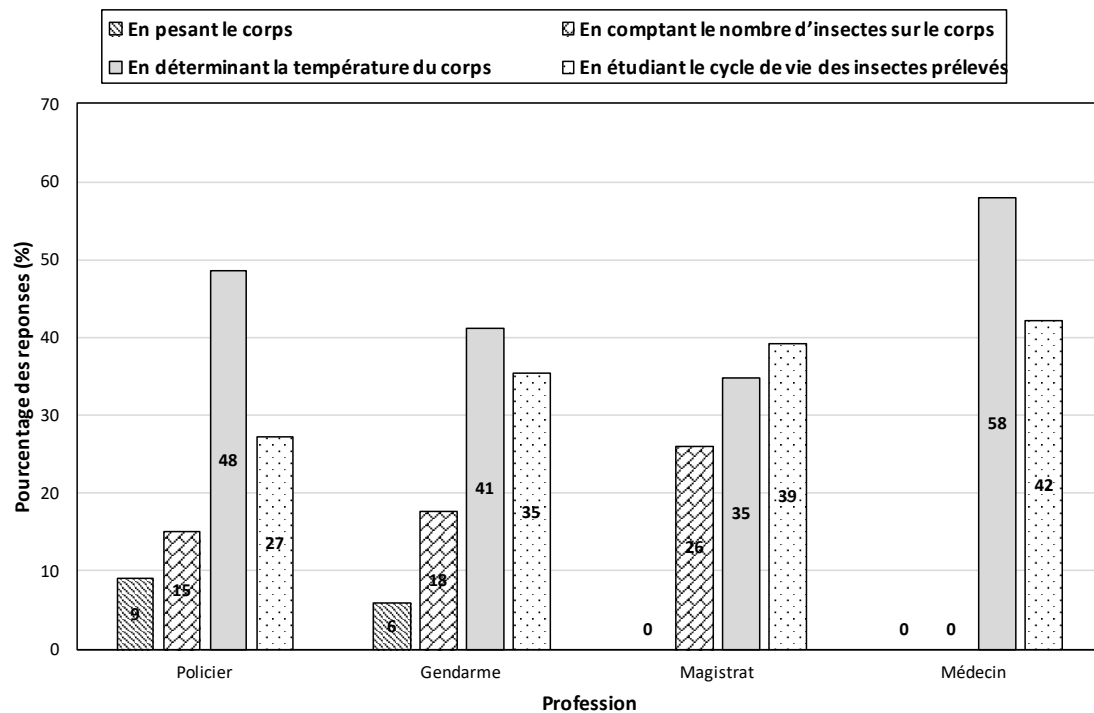


Fig. 5. Répartition des méthodes de datation du décès utilisées dans le cadre de l'entomologie légale en fonction de la profession des enquêtés



### 3.6 PERCEPTION DU RÔLE DES INSECTES DANS LA DÉTERMINATION DE LA DATE DU DÉCÈS

Le prélèvement des Diptères est la principale méthode de datation du décès pour 47% de policiers, 43% de gendarmes, 58% de magistrats et 40% de médecins (Figure 6). 33 et 20% de policiers, 35 et 22% de gendarmes, 23 et 19% de magistrats et 35 et 25% de médecins stipulent que le prélèvement des larves et celui des Coléoptères viennent respectivement en deuxième et troisième position.

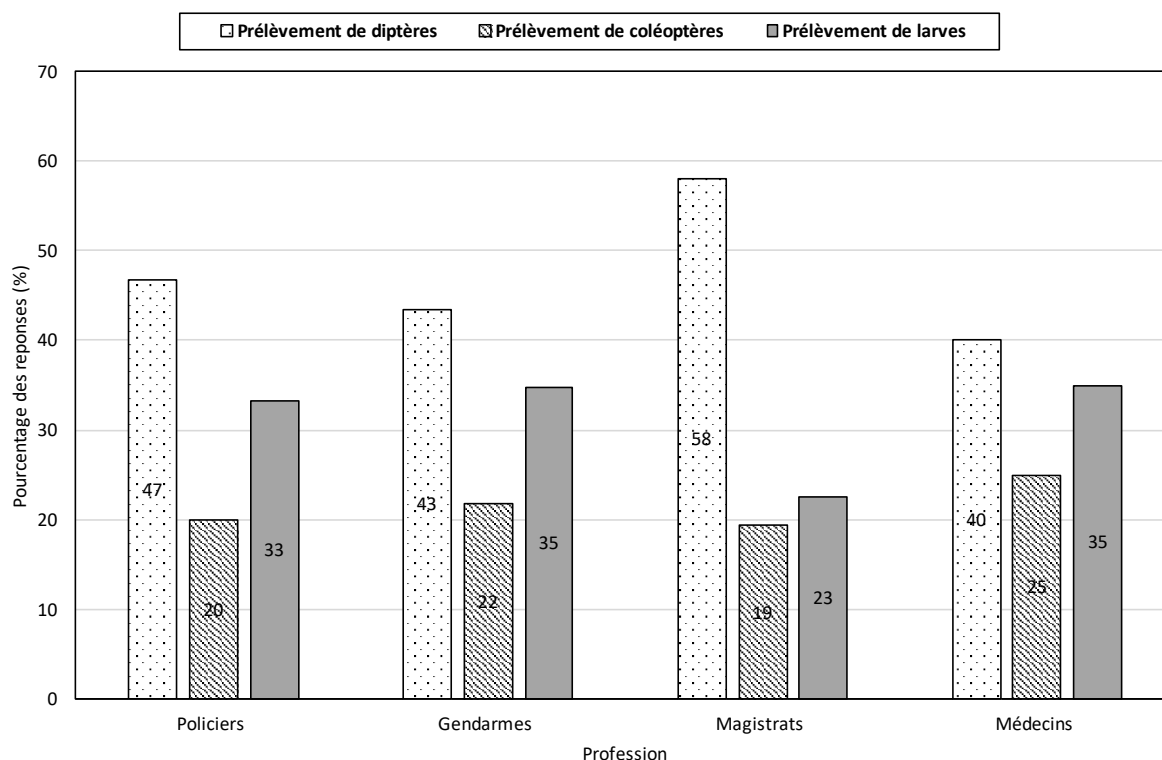
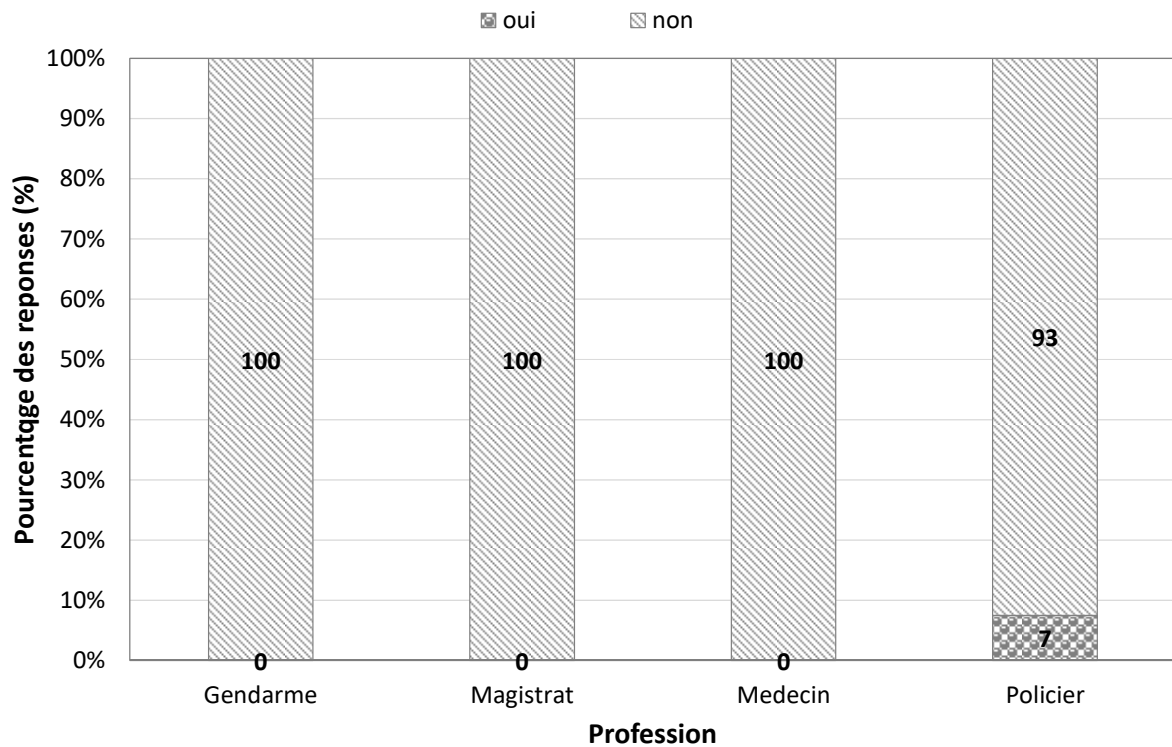


Fig. 6. Répartition du rôle des insectes dans la détermination des causes du décès en fonction de la profession des enquêtés

### 3.7 PRISE EN COMPTE DE L'ENTOMOLOGIE LÉGALE DANS LA PROCÉDURE DE GESTION DE SCÈNE DE CRIME

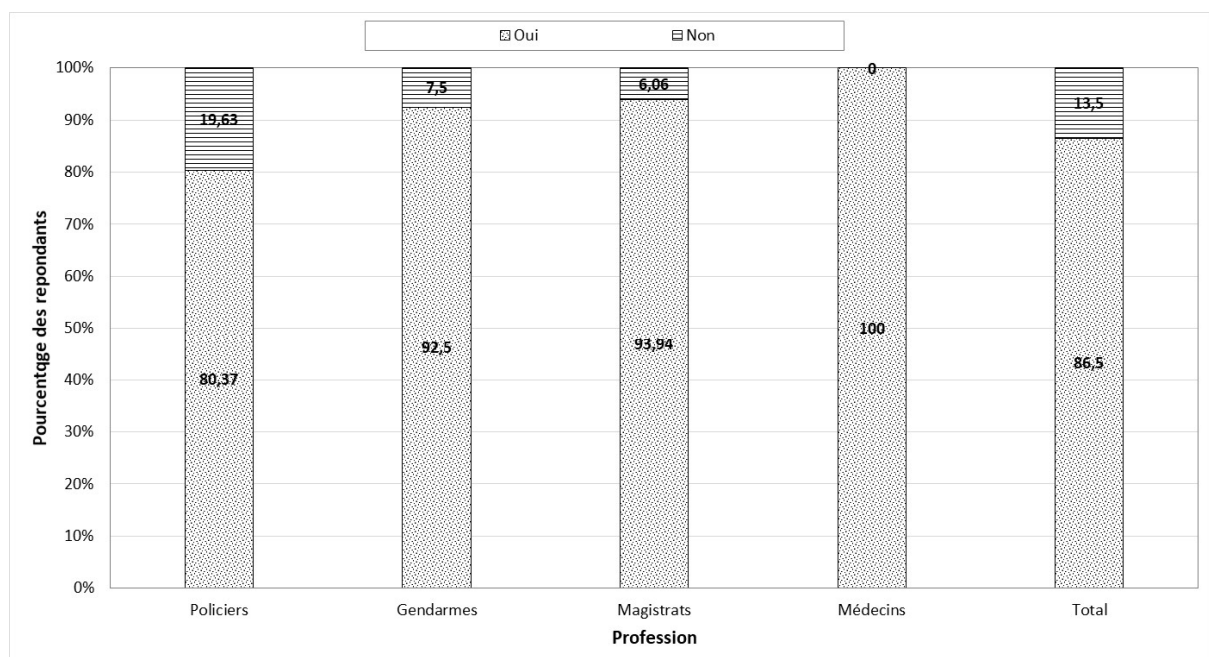
La majorité des personnes enquêtées ne prennent pas en compte l'entomologie légale dans la gestion des scènes de crimes. Seulement 7% des policiers interrogés prennent en compte l'entomologie légale dans les procédures de gestion de scène de crime (Figure 7).



**Fig. 7.** Répartition des enquêtes selon l'utilisation de l'entomologie légale dans les procédures de gestion de scène de crime en fonction de leur profession

### 3.8 UTILITE DE L'ENTOMOLOGIE LEGALE DANS LA FORMATION DES ACTEURS DE LA CHAÎNE JUDICIAIRE

86,5% des personnes concernées reconnaissent l'utilité de l'introduction de l'entomologie légale dans leur formation. Néanmoins, 13,5% ne perçoivent pas la nécessité d'introduire un module d'entomologie légale dans la formation des acteurs de la chaîne judiciaire (Figure 8). Mais la différence entre ces deux groupes est statistiquement significative.



**Fig. 8.** Répartition des réponses (%) quant à l'importance d'inclure dans la formation l'entomologie légale en fonction de la profession

## **4 DISCUSSION**

Les techniques de datation du décès (rigidité cadavérique, refroidissement, lividité cadavérique, température rectale) sont applicables et fiables pour un intervalle post mortem très court [2]. Lorsqu'il s'écoule beaucoup de temps après la mort, ces techniques ne sont plus quasiment applicables [12]. L'entomologie médico-légale apparaît de nos jours comme un outil sûr et efficace pour dater le décès. En effet, en calculant l'âge des stades immatures d'insectes se nourrissant d'un cadavre et en analysant les espèces nécrophages présentes, il est possible d'estimer les intervalles post-mortem du premier jour à plusieurs semaines avec une meilleure précision [13]. Les résultats de notre étude montrent que l'ensemble des agents de la chaîne judiciaire estime que l'entomologie médico-légale permet de faire une datation précise des décès et corroborent les travaux de [13]. Selon la majorité des agents de chacune des composantes de la chaîne judiciaire, le prélèvement des insectes de l'ordre des Diptères se situe au premier niveau pour faire une datation des décès.

Selon plusieurs auteurs, parmi les espèces pionnières qui colonisent les cadavres, on trouve majoritairement des Diptères de la famille des Calliphoridae [14], [15], [16], [17], [18]. En effet, les Diptères Calliphoridae ont un système olfactif particulièrement développé leur permettant de coloniser un corps très rapidement après la mort, alors qu'aucune odeur n'est encore perceptible par l'odorat humain [19]. Après quelques jours de décomposition, on y observe également des adultes et des larves de Diptères appartenant aux familles des Muscidae, des Fanniidae et des Sarcophagidae. Plus tardivement on peut observer des Coléoptères de la famille des Dermestidae lors de la phase de dégradation des graisses caractérisée par une émission d'acides gras volatils tels que l'acide butyrique [20].

Au Burkina Faso, parmi les agents de la chaîne judiciaire intervenants dans la gestion d'une scène de crime, les policiers ont une meilleure connaissance de l'entomologie médico-légale comparativement aux gendarmes, aux magistrats et aux médecins. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que le corps de la police, contrairement aux autres acteurs et particulièrement la gendarmerie, possède en son sein une police scientifique et technique. En outre, [21] stipulait que le cadavre était au cœur du métier du policier. Ce dernier est très souvent le premier à arriver sur une scène de crime.

Selon [22], l'entomologie médico-légale est particulièrement bien implantée dans la majorité des pays développés. Ce qui n'est pas le cas dans les pays en voie de développement comme le Burkina Faso. Cela est d'autant plus vrai que dans le cadre de notre étude seulement 7% de policiers interrogés prennent en compte l'entomologie médico-légale dans les procédures de gestion de scène de crime. La formation en entomologie légale de tous les acteurs de la chaîne judiciaire en général et des enquêteurs est nécessaire pour une meilleure gestion des scènes de crime. En effet, des données utiles sur la faune peuvent être perdues, ignorées, voire détruites sur le lieu de la scène de crime lorsque les enquêteurs n'ont pas été suffisamment formés pour déterminer ce qu'il faut rechercher et comment le collecter et le conserver [2], [23]. Cela est confirmé par les résultats de notre étude qui révèlent que la quasi-totalité des acteurs enquêtés jugent nécessaire l'introduction de cette discipline dans leur curricula de formation.

## **5 CONCLUSION**

L'importance de l'entomologie légale dans les affaires judiciaires notamment celles des découvertes de cadavres, n'est plus à démontrer. Nonobstant cette réalité, cette discipline n'est pas vulgarisée au Burkina Faso, pour ne pas dire qu'elle est à ces premiers pas. Elle est pratiquement méconnue des acteurs de la chaîne judiciaire notamment chez les policiers, les gendarmes, les magistrats et les médecins qui sont par ailleurs, les premiers intervenants dans la gestion d'une scène de crime. Cette méconnaissance de l'entomologie légale est un frein au bon dénouement des enquêtes criminelles. Il est donc nécessaire d'inclure cette discipline dans les curricula de formation de ces acteurs de justice et d'accélérer les recherches en entomologie légale afin de mettre à la disposition des enquêteurs de police judiciaire Burkinabé un outil complémentaire d'enquête judiciaire.

## **RÉFÉRENCES**

- [1] Villiers, Initiation à l'entomologie: Anatomie, Biologie et Classification. Boubée (6ème édition), Paris, France, p. 324, 1979.
- [2] E. P. Catts and M. L. Goff, "Forensic entomology in criminal investigations." *Annual Review of Entomology*, 37: 253–272, 1992.
- [3] E. Gaudry, L. Dourel, B. Chauvet, V. Benoît et T. Pasquerault, "L'entomologie légale : lorsque insecte rime avec indice." *Revue Francophone des Laboratoires*, 392 : 23-32, 2007.
- [4] J. Wang, L. Zhigang, C. Yuchuan, C. Qiangsheng et Y. Xiaohong, "The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China." *Forensic Science International*, 179 : 11-18, 2008.
- [5] Catts and Haskell, *Entomology and death: a procedural guide*, Joyce's Print Shop Inc., Clemson, South California, p. 182, 1990.

- [6] M.I. Marchenko, "Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of time of death." *Forensic Science International*, 120: 89-109, 2001.
- [7] M. Benecke, "A Brief History of Forensic entomology; Special Issue." *Forensic Science International*, 120: 2-160, 2001.
- [8] Mégnin, *La faune des cadavres: application de L'entomologie à la médecine légale*, Masson, Paris, p. 214, 1894.
- [9] M. Benecke, "Forensic Entomology: Arthropods and Corpses." Tsokos M (ed.) *Forensic Path Rev.*, Vol II, Humana Press, Totowa (NJ, USA), p. 207-240, 2004.
- [10] Ministère de la sécurité, 2015. <https://www.securite.gov.bf>
- [11] C.P. Campobasso, G. Di Vella, et F. Introna, "Factors affecting decomposition and Diptera colonization." *Forensic science international*, 120(1-2) :18-27, 2001.
- [12] Villet, M. H., *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. JH Byrd & JL Castner (Eds.): book review. *African Entomology*, 18(2), 387, 2010.
- [13] J. Amendt, R. Krettek and R. Zehner, "Forensic entomology." *Naturwissenschaften*, 91(2): 51-65, 2004.
- [14] Bryd, J.H. and Castne, J.L., *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations*, 2nd edition. CRC Press LLC, Boca Roton, FL, p. 708, 2009.
- [15] Byrd, J. H. et Castner, J. L., *Insects of forensic importance*, In *Forensic entomology: the utility of using arthropods in legal investigations* (ed. by J.H. Castner & J.L. Byrd) CRC Boca Second Edition, Raton, FL, p. 29-126, 2010.
- [16] M. Khoobdel and B. Davari, "Fauna and abundance of medically important flies of Muscidae and Fanniidae (Diptera) in Tehran, Iran," *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 4: 220-223, 2011.
- [17] D. Charabidze. "La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale," *Annales de la Société entomologique de France*, (N.S.), 48(3-4) : 239-252, 2012.
- [18] Boulkenafet, F., *Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires*, These de Doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine, République Algérienne Démocratique Et Populaire. N° d'ordre : 74/DS/2016, Série : 04/BioA/2016. p.137, 2016.
- [19] J. Kelling, G. Biancaniello and C.J DenOtter., "Effect of age and sex on the sensitivity of antennal and palpal olfactory cells of houseflies," *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 106: 45-51, 2003.
- [20] H. Schroeder, H. Klotzbach, L. Oesterhelweg and K. Puschel, "Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse," *Forensic Science International*, 127: 231-236, 2002.
- [21] Martineau, V., *Le policier et le cadavre, Études sur la mort*, 2006. (n0129), p. 109-113. DOI : 10.3917/eslm.129.0109 ; URL : <https://www.cairn.info/revue-etudes-sur-la-mort-2006-1-page-109.htm>
- [22] Wyss, C. et Cherix, D., *Traité d'entomologie forensique*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne, p. 317, 2006.
- [23] E. Gaudry, J. B. Myskowiak, B. Chauvet, T. Pasquerault, F. Lefebvre and Y Malgorn, "Activity of the forensic entomology department of the French Gendarmerie," *Forensic Science International*, 120(1-2) : 68-71, 2001.

## EFFET DES CARACTERISTIQUES PERSONNELLES, SOCIODEMOGRAPHIQUES ET SCOLAIRES SUR LE RENDEMENT DES ETUDIANTS DE PREMIER GRADUAT A L'UNIVERSITE DE KISANGANI

### [ EFFECT OF PERSONAL, DEMOGRAPHIC AND SCHOOL CHARACTERISTICS ON THE PERFORMANCE OF FIRST GRADUATE STUDENTS AT THE UNIVERSITY OF KISANGANI ]

*MBAYO LUKASU Modeste and MUKIEKIE TSHITE Augustin*

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2019 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:** This study examines the effect of personal, sociodemographic, and academic characteristics on the performance of undergraduate students at Kisangani University. Its objectives are to identify the effect of personal, sociodemographic and academic characteristics on the performance of first-year students on the one hand and to identify the determinants of first-degree success. For its realization, we worked with a sample of 200 randomly selected subjects in a population of 1188 subjects. The data collection was carried out using a questionnaire sent to the respondents and the documentary technique which led us to exploit the results of the students. In the end, it should be concluded that the performance of the subjects involved in this research is low. This was not positively impacted by the personal, school and sociodemographic characteristics described in this study. The effect of all these features is negative. As a result, these characteristics are far from being considered as determinant of the success of first-year students. Success is determined by several other factors, beyond the characteristics described at this level.

**KEYWORDS:** Effect, Personal Characteristics, School Characteristics, Demographic Characteristics, Yield.

**RESUME:** Cette étude traite de l'effet des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires sur le rendement des étudiants de premier graduat à l'université de Kisangani. Elle s'est assignée comme objectifs de dégager l'effet des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires sur le rendement des étudiants de premier graduat d'une part et, d'autre part d'identifier les déterminants de la réussite en premier graduat. Pour sa réalisation, nous avons travaillé avec un échantillon de 200 sujets sélectionnés aléatoirement dans une population de 1188 sujets. La collecte des données s'est réalisée à l'aide d'un questionnaire adressé aux enquêtés et de la technique documentaire qui nous a amené à exploiter les palmarès des résultats des étudiants. A la fin, il y a lieu de conclure que le rendement des sujets impliqués dans cette recherche est faible. Celui-ci n'a pas été impacté positivement par les caractéristiques personnelles, scolaires et sociodémographiques décrites dans cette étude. L'effet de toutes ces caractéristiques est négatif. En conséquence, ces caractéristiques sont loin d'être considérées comme étant déterminants de la réussite des étudiants en premier graduat. La réussite est déterminée par plusieurs autres facteurs, au-delà de caractéristiques décrites à ce niveau.

**MOTS-CLEFS:** Effet, caractéristiques personnelles, caractéristiques scolaires, caractéristiques démographiques, Rendement.

## 1 INTRODUCTION

L'université occupe une place de choix dans la lutte contre l'inégalité des chances pour la vie. Elle représente l'une des institutions sociales de base, responsable du mécanisme de production et de reproduction des ressources intellectuelles qui ont pour tâche de créer les différents outils qui vont favoriser le développement et l'évolution culturelle et technologique de la société.

A l'heure actuelle, la société moderne est basée sur un système méritocratique. Ce qui sous-entend théoriquement que l'accès à la position sociale est largement déterminé par le niveau d'instruction. De ce fait, plus on a un niveau d'instruction élevé, plus la société vous offre la possibilité d'avoir un statut social élevé. C'est par l'éducation qu'on accède à ce statut.

Selon [1], l'éducation est considérée au même titre que le travail et le capital, comme un facteur de croissance : en valorisant le capital humain, l'éducation contribuerait aussi bien à la croissance individuelle qu'à la croissance globale. Il s'agit d'une vision tout à fait nouvelle, lorsqu'il est éduqué, est vu comme un patron en miniature investissant sur ces compétences (son capital savoir). Chaque individu a la possibilité d'investir sur ses propres facultés en achetant des prestations éducatives sur le marché. Dans le cas d'espèce, il s'agit des prestations que confère l'université comme haut lieu de savoir.

Le rôle central que la société actuelle confère à l'université fait d'elle l'élément central de la mobilité et d'insertion sociale. En effet, l'individu contemporain, pour pouvoir s'intégrer pleinement dans la sphère sociale doit passer par l'université et, encore faut-il « réussir ». D'après [2], la réussite scolaire varie en fonction des objectifs de l'action didactique. C'est le succès à l'école pouvant se comprendre d'une part comme l'obtention de bons résultats en classe par un élève comme conséquence logique, son passage d'une classe à une autre avec au bout de compte l'acquisition d'un diplôme. Donc, la réussite est à la portée de tous mais, elle réclame des efforts de la part des apprenants et de l'enseignant. Le champ d'action de la réussite académique englobe un certain nombre des facteurs pour favoriser la mise en place de meilleures conditions aboutissant à celle-ci.

Cette conception de l'université, si elle est générale, elle prend un sens tout à fait particulier dans les pays en voie de développement comme la R.D. Congo, plus spécifiquement dans les classes sociales les moins favorisées culturellement et économiquement. Rappelons que pour passer d'un auditoire à un autre, l'étudiant devrait réussir. On comprend par-là que celle-ci est devenue un passage obligé pour atteindre l'auditoire suivant.

Des recherches ont abordé la question en rapport avec le climat interne de l'université, assurer un bon fonctionnement de l'enseignement, assurer un bon recrutement d'étudiants, la prise en charge de l'étudiant par l'état, la bonne alimentation de celui-ci, etc.

Dans une société où la performance est de plus valorisée, la réussite académique devient par le fait même un passage nécessaire à une carrière empreinte de succès. Par conséquent, il s'avère intéressant de s'interroger au sujet de déterminants de la réussite en premier graduat de l'université. Plus précisément en abordant les aspects liés aux effets des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires qui jouent le rôle de déterminants de la réussite académique des étudiants de premier graduat à l'université.

Cependant, il s'observe que, d'après le contexte dans lequel évolue l'enseignement universitaire en R.D. Congo, certains étudiants réussissent, tandis que d'autres échouent. Et le cas de ces derniers, entraîne même pour certains l'abandon des études universitaires.

Pour [3], l'échec académique est causé par l'environnement caractérisé par la pauvreté des parents et des tuteurs, des longues distances à parcourir (on arrive au lieu d'étude fatigué, déconcentré), le climat et le relief (climat très chaud ou très froid, le relief accidenté, peuvent influencer le rendement intellectuel), la proximité avec un milieu bruyant (le cas de marché) et enfin le manque d'hygiène, d'air et de lumière (non-respect de l'architecture scolaire).

Le milieu familial ainsi que le milieu socio-économique influencent la réussite de l'apprenant à l'université. Les parents qui coopèrent les moins sont le plus souvent ceux des étudiants (apprenants) dits à risque ou en difficulté, car il existe un lien direct et indéniable entre l'attention que la famille accorde à l'école et la réussite de l'étudiant. Il ne s'agit pas tellement d'un manque de temps des parents mais, de l'absence de la motivation et de confiance en soi qui se transmet à l'enfant.

Elle est aussi orientée par l'origine sociale de l'étudiant bien plus que par des prétendues capacités. Il est un déterminant crucial de la réussite et de l'orientation académique. Or, les familles d'origine immigrées appartiennent, globalement à des milieux beaucoup plus populaires que les autres familles. De ce fait, nous comprenons que la pauvreté est une véritable disqualification sur le plan social que celui du vécu quotidien. Dans un tel contexte, les obstacles à la réussite sont nombreux.

Au moment où l'échec académique est régulièrement invoqué pour justifier une sélection plus stricte à l'entrée des filières et de niveau d'études, signalons que le passé social d'un étudiant peut fortement influencer ses résultats. La scolarité antérieure de l'étudiant est liée en effet à la priorité de diplôme, l'influence autonome du niveau de compétences en compréhension de l'écrit, les conditions d'études, ses résultats, le décrochage et le raccrochage scolaires durant son parcours scolaire.

En effet, l'autre modèle explicatif de la réussite en G1 de l'université c'est l'effet des caractéristiques personnelles de l'étudiant. Celui-ci mesure les performances académiques par la capacité de raisonnement de l'étudiant (le cognitif), sa personnalité et ses comportements.

Le chercheur en sciences de l'éducation, Philippe cité par [4] le résume d'ailleurs très bien quand il écrit qu'une compétence permet de faire face à une situation complexe et de construire une réponse adaptée. Selon la conception cognitive, le sujet joue un rôle primordial dans l'apprentissage. Non seulement il doit être actif, mais aussi il doit être constamment conscient de ce qui se passe à l'extérieure et à l'intérieure de lui.

De ce qui précède, nous affirmons que la réussite en premier graduat à l'université reste cruciale. Rappelons que cette étude s'intéresse aux déterminants de la réussite en premier graduat à l'université. Elle tente d'analyser l'effet de caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires sur la réussite de l'étudiant de premier graduat. Nous tentons, dans le cadre de cette étude, de répondre aux questions suivantes :

- ✓ Quels sont les déterminants de la réussite en premier graduat dans les facultés de Droit et de Sciences Sociales, Administratives et Politiques de l'université de Kisangani (UNIKIS) ?
- ✓ Quel est l'effet des caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires sur les résultats des étudiants de premier graduat en droit et en Sciences Sociales, Administratives et Politiques ?

Cette étude s'assigne comme objectifs :

- ✓ Identifier les déterminants de la réussite des étudiants en premier graduat Droit et celle des Sciences Sociales, Administratives et Politiques de Kisangani.
- ✓ Dégager l'effet des caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires sur les résultats des étudiants de premier graduat dans les facultés précitées à l'université de Kisangani.

Partant de la problématique soulevée dans le cadre de cette étude et des objectifs assignés à celle-ci, nous émettons les hypothèses selon lesquelles :

- ✓ Les déterminants de la réussite en premier graduat dans les facultés de Droit et de Sciences Sociales, Administratives et Politiques de l'université de Kisangani seraient les caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires des étudiants.
- ✓ Les caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires auraient un effet sur les résultats des étudiants de premier graduat droit et Science Sociales, Administratives et Politiques de l'université de Kisangani.

Ce travail qui cherche à analyser les déterminants de la réussite à l'université tout en s'appuyant sur l'analyse de l'effet des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires revêt une importance à la fois théorique et pratique.

- ✓ Sur le plan théorique, ce travail constitue une source de référence pour tous ceux qui sont intéressés par les déterminants de la réussite en premier graduat.
- ✓ Sur le plan pratique, ce travail est un discours et une sensibilisation quant aux déterminants de la réussite à l'université. Les résultats obtenus nous permettent de nous rendre compte de l'ampleur du phénomène en vue d'envisager les mesures de remédiation.

## **2 MATÉRIEL ET MÉTHODE**

Cette étude est menée à l'Université de Kisangani, en République Démocratique Congo, dans deux facultés, notamment celle de Droit et celle des Sciences Sociales, Administratives et Politiques. Pour cela, nous avons recouru à la méthode d'enquête qui, selon [5] consiste à mesurer des comportements, des pensées ou des conditions objectives d'existence auprès des participants d'une recherche afin d'établir une ou plusieurs relations d'association entre un phénomène et ses déterminants. Cette méthode nous a permis de collecter les données auprès des sujets impliqués dans cette étude à travers un questionnaire que nous avons élaboré. Appuyé par cet instrument, la méthode d'enquête nous a permis de dégager les déterminants de la réussite en premier graduat, plus particulièrement les effets des caractéristiques personnelles et sociodémographiques sur la réussite des étudiants.

Etant donné que la présente étude est menée dans deux facultés de l'université de Kisangani en République Démocratique du Congo, il est bien entendu que la population, définie par [6] comme étant l'ensemble de tous les éléments auxquels on espère généraliser les résultats d'une recherche et, par [7] comme l'ensemble de tous les individus qui ont des caractéristiques

précises en relation avec les objectifs d'une recherche, soit pour nous l'ensemble des étudiants inscrits dans les facultés précitées, durant l'année académique 2015-2016. La répartition de cette population, par faculté et par sexe est repris dans le tableau repris ci-dessous :

**Tableau 1. Population**

Sexe Faculté	Masculin	Féminin	Total
F.S.S.A.P	401	135	536
F.D	479	173	652
Total	880	308	1188

**Légende :**

F.S.S.A.P= Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques

F.D = Faculté de Droit

En scrutant le tableau 1, ci-dessus, nous constatons que la population de notre étude est composée de 1188 sujets, dont 880 sujets, soit 74% du sexe masculin et 308 sujets (25.8%) du sexe féminin. Considérant la population par faculté, elle est de 652 sujets (54.8%) pour le droit et, 536 sujets (45.1%) pour les sciences sociales, administratives et politique.

Quant à l'échantillon, les sujets impliqués dans cette étude sont sélectionnés dans les facultés précitées. Sur un total de 1188 sujets qui composent les deux facultés, nous avons travaillé avec deux cents (200 sujets) que nous avons sélectionnés aléatoirement à l'aide de la technique de l'urne. Nous avons utilisé un échantillon aléatoire proportionnel. Le tableau ci-dessous présente bien cette situation.

**Tableau 2. Echantillon par faculté et par sexe**

Facultés	Masculin	Féminin	Total
Faculté de Droit	79	50	129
Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques	29	42	71
Total	200	100	200

D'après le tableau 2, il s'observe que l'échantillon de notre étude est de 200 sujets, parmi lesquels 129, soit 65% sont de la faculté de Droit et, 71 sujets (35%) de la Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques.

Pour dégager les caractéristiques personnelles, scolaires et sociodémographiques des sujets impliqués dans cette recherche, nous avons élaboré un questionnaire. Celui-ci est composé à la fois des questions fermées du type OUI ou NON et des questions ouvertes. Les informations des caractéristiques scolaires sont complétées par les résultats des sujets à la première session de l'année académique 2015–2016. Les informations des autres caractéristiques proviennent essentiellement du questionnaire. Aussi, avons-nous recouru à l'analyse documentaire. En effet, recueillir soi-même l'information nécessaire aux fins de l'évaluation est une tâche rigoureuse et complexe. Lorsque c'est possible, il peut être avantageux d'utiliser l'information que d'autres possèdent déjà. Le fait d'avoir consulté le palmarès des résultats des étudiants est une source de renseignement utile, facile d'accès et peu coûteuse. Ainsi, l'analyse documentaire nous a contraint à consulter les palmarès des résultats des étudiants de premiers graduats pour les facultés susmentionnées, c'est dans le souci d'accéder aux résultats scolaires. Ces résultats recueillis dans le palmarès nous ont permis d'effectuer le calcul pour dégager le rendement. Le tableau 3. Repris ci-dessous reprend la spécification du questionnaire utilisé comme suit :

**Tableau 3. Spécification des questions**

Thèmes	N° Items	f
Caractéristiques personnelles	5a, 5b, 5c	3
Caractéristiques sociodémographiques	2, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 7a, 7b, 7c, 7d	10
Caractéristiques scolaires	1a, 1b, 3, 4a	4
Total		17



Il se dégage du tableau 3. ci-dessus que le questionnaire utilisé dans cette recherche est constitué dans son ensemble de 17 items qui exploitent 3 thèmes à savoir les caractéristiques personnelles ; les caractéristiques sociodémographiques et les caractéristiques Scolaires.

Pour administrer le questionnaire, nous avons utilisé la forme directe. Nous le remettons à chaque sujet pour qu'il réponde personnellement selon le temps dont il dispose. Avant de le remettre aux enquêtés, nous tenions à expliquer l'objectif assigné à cette étude. Pour certains sujets, nous passions en revue les différentes questions avant qu'ils se mettent au travail. Pour le dépouillement du questionnaire, nous avons élaboré au départ une fiche de codification, selon que les questions sont fermées ou ouvertes. En effet, pour les questions fermées (du type OUI ou NON), nous avons décidé d'attribuer le chiffre 1 à toute réponse OUI et 0 à toute réponse NON et à l'omission d'une question. Par contre pour les questions ouvertes, bien que recourant à l'analyse du contenu, nous avons également attribué les chiffres qui varient selon les nombres des réponses catégorisées. C'est en procédant de cette façon que nous avons dépouillé nos protocoles, nous servant bien entendu du logiciel SPSS, version 20. Concernant l'analyse du contenu, les différentes réponses de sujets aux différentes questions sont considérées comme étant des unités d'analyse, l'unité de contexte comme étant les fréquences qui nous ont permis de recueillir l'opinion et concernant l'unité d'enregistrement, il s'agit donc des catégories de réponses dégagés des différentes questions ouvertes.

Nous avons calculé certaines statistiques, notamment les premières et les dernières notes, la moyenne, l'écart-type et les coefficients de variation. Au-delà de ça, nous avons calculé les rendements que nous avons transformés en pourcentage. Pour dégager l'effet des caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires, nous avons recouru à la corrélation linéaire de Bravais-Pearson.

### **3 RÉSULTATS**

Les résultats que nous présentons et analysons sont d'une part les caractéristiques des enquêtés et, d'autre part, leur rendement. Cette présentation des résultats va suivre l'ordre repris ci-dessous :

- Caractéristiques des sujets ;
- Rendements ;
- Effet des caractéristiques sur le rendement.

#### **3.1 CARACTÉRISTIQUES DES SUJETS**

##### **3.1.1 CARACTÉRISTIQUES PERSONNELLES**

A la question de savoir s'ils avaient choisi eux-mêmes d'entreprendre les études actuelles, les enquêtés se sont exprimés comme suit :

**Tableau 4. Réaction à propos du choix personnel des études**

Opinion	Effectif	%
Oui	176	88
Non	15	7.5
Sans opinion	9	4.5
Total	200	100

La lecture de ce tableau nous révèle que 176 sujets, soit 88% ont affirmé avoir choisis eux-mêmes leurs études actuelles, tandis que 15 sujets (7.5%) ont répondu non. Comme motivation de choix, les 176 sujets qui ont répondu par oui ont justifié leur choix comme suit :

**Tableau 5. Justification de choix**

Motivation n=176	Effectif	%
Avoir facilement l'emploi	31	18.13
Par envie des étudiants de cette faculté	17	9.66
Par envie des membres de familles	17	9.66
Pour travailler dans mon domaine	42	23.86
Lutter contre la violence, l'injustice et soutenir la parité	25	14.20
Facilité de réussite	18	10.23
Etre avocat	3	1.70
Devenir politicien	1	0.57

Au regard de ce tableau qui reprend les motivations à la base de choix des études par les sujets, 23.86% des réponses plaident en faveur du domaine de formation, le fait d'avoir facilement l'emploi est cité à 18.13% ; la lutte contre la violence, l'injustice et soutenir la parité est citée à 14.20% ; la facilité de réussite apparait à 10.23%, le fait d'envier les étudiants d'une filière donnée et l'envie des membres des familles comme justifications sont citées chacune à 9.66%. Devenir avocat s'observe à 1.70% et, devenir politicien (0.57%).

Cependant, 15 sujets, soit 7.5% qui ont émis une opinion négative ont justifié la manière dont ils se sont retrouvés dans la filière actuelle de la façon suivante :

**Tableau 6. Justifications de non**

Justifications n=15	Effectif	%
A cause des débouchés professionnels	7	46.67
Influence des amis	6	40.00
Influence des parents	15	100.00

De ce tableau, il observe que la principale raison pour les sujets de n'avoir pas choisis eux-mêmes la filière d'études c'est l'influence des parents qui est citée à 100% ; ensuite apparaissent les débouchés professionnels (46.67%) et, enfin l'influence des amis (40.00%).

A la question de savoir si les sujets choisiraient la même filière d'études si on leur accorde la chance de faire à nouveau un choix d'études, les enquêtés ont répondu comme suit :

**Tableau 7. Choix de la même filière**

Opinions	Effectif	%
Oui	156	78.00
Non	44	22.00
Total	200	100.00

156 sujets (78.00) ont émis l'opinion positive, ils acceptent de choisir la même filière d'études s'ils ont l'occasion de la faire, 44 sujets (22.00%) ont soutenu le contraire. Ceux qui ont émis l'opinion positive ont affirmé que c'est parce que ces études correspondent à leurs aptitudes, par ce fait ils ont la facilité de réussir et par ricochet, ils espèrent devenir administrateurs des entreprises publiques. Ceux qui ont émis l'opinion négative justifient fondamentalement cet état de chose par le manque de filières d'études souhaitées dans le milieu.

### 3.1.2 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES

Considérant l'âge d'obtention de diplôme d'Etat, les résultats sont repris de la manière suivante :

**Tableau 8. Age de diplôme d'Etat**

Age	Effectif	%
≤ 18 ans	31	15.00
≥ 19 ans	160	80.00
Sans précision	9	4.500
Total	200	100.00

Nous remarquons que 31 sujets soit 15.500% ont obtenus leur diplôme à un âge inférieur ou égale à 18 ans, tandis que 160 sujets (80.00%) avaient un âge supérieur ou égal à 19 ans.

Quant aux professions exercées par leurs pères, les réactions des enquêtés font l'objet du tableau ci-dessous :

**Tableau 9. Profession des pères**

Professions	Effectif	%
Sans professions	22	11.00
Commerçants/entreprises privées	30	15.00
Chauffeurs/ingénieurs	14	7.00
Manœuvres	2	1.00
Banquiers	7	3.50
Médecins/infirmiers	18	9.00
Enseignants	28	14.00
Militaires/policiers	12	6.00
Magistrat/Avocat	23	11.50
Agents de l'Etat	44	22.00
Total	200	22.00

En scrutant ce tableau, il s'observe que d'après 44 sujets (22.00%) leurs parents sont agents de l'Etat, 30 (15.00%) ont dit qu'ils ont des parents commerçants et qui travaillent dans les entreprises privées, 28 sujets (14.00%) ont affirmé que leurs parents sont des enseignants, 23 sujets, soit 11.50% ont des parents magistrats et avocats, 22 (11.00%) disent que leurs parents sont sans professions, 18 (9.00%) ont des parents médecins et infirmiers, 14 sujets soit 7.00% ont des parents chauffeurs et ingénieurs, 12 sujets ont des parents qui sont militaires et politiciens, enfin 7 sujets (3.50%) ont des parents qui travaillent comme banquiers.

S'agissant des professions des mères, les enquêtés ont affirmés ce qui suit :

**Tableau 10. Professions des mères**

Professions	Effectif	%
Sans professions	60	30.00
Ménagères	22	11.00
Commerçantes	40	20.00
Infirmières	9	4.50
Agents de l'Etat	18	9.00
Marchandes	21	10.00
Enseignantes	16	8.00
Avocate	1	0.500
Cultivatrices	8	4.00
Policières/Soldats	5	2.50
Total	200	100.00

Il ressort de ce tableau que 30.00% ont des mères sans professions, 20.00% ont des mères commerçantes, 11.00% ont les mères qui sont ménagères, 10.00% ont les mères marchandes, 9.00% ont des mères agents de l'Etat, 8.00% ont cité la profession infirmière ; 2.50% ont parlé de la police/soldat, et enfin 0.50% a une mère est avocate.

Chez qui les enquêtés habitent-ils, leurs réponses se trouvent dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 11. Lieu d'habitation des enquêtés**

Lieu d'habitation	Effectif	%
Sans réponse	3	1.50
Parents biologiques	125	62.50
Tuteurs	10	5.00
Amis	4	2.00
Je me supporte à la cité	32	16.00
Membre de la famille	22	11.00
Home étudiantin	4	2.00
Total	200	100

D'après ce tableau il s'observe que 125 sujets (62.50%) habitent chez leurs parents biologiques, suivis de 32 sujets, soit 16.00% qui se supportent à la cité, 22 sujets (11.00%) vivent chez les membres des familles, 10 (5.00%) habitent chez leurs tuteurs, 4 (2.00%) au home étudiantin et 3 sujets, soit 1.50% sont restés sans se prononcer.

Quant à la prise en charge des études, les enquêtés se sont exprimés comme-suit :

**Tableau 12. Prise en charge des études**

Prise en charge	Effectif	%
Sans réponse	5	2.50
Moi-même	17	8.50
Parents biologiques	147	73.50
Tuteurs	8	4.00
Membres de la famille	19	9.50
Connaissances	4	2.00
Total	200	100

Selon ce tableau, nous constatons que pour 73.50% des sujets, leurs études sont prises en charge par leurs parents biologiques ; 9.50% ont cité les membres de la famille ; 8.50% se prennent en charge eux-mêmes ; 4.00% ont parlé des tuteurs et, 2.00% sont supportés par des connaissances.

A la question de savoir si les enquêtés sont les seuls étudiants de leurs familles, ils ont répondu comme suit :

**Tableau 13. Être le seul étudiant de la famille**

Opinions	Effectif	%
Oui	75	37.50
Non	125	62.50
Total	200	100

La lecture de ce tableau nous enseigne que 75 sujets, soit 37.50% sont seuls comme étudiants dans la famille, tandis que 125 (62.50%) ne sont pas seuls en famille, ils sont nombreux.

En effet, ceux qui ont émis l'opinion négative ont donné des précisions suivantes par rapport au nombre d'enfant en famille.

**Tableau 14. Nombre des étudiants en famille**

Nombre d'enfants en famille n=125	Effectif	%
Deux	31	24.80
Trois	45	36.00
Quatre	36	28.80
Cinq	6	4.80
Six	6	4.80
Sept	1	0.80

Il ressort de ce tableau que 45 sujets, soit 36.00% sont au nombre de trois étudiants dans la famille, 36 sujets (28.80%) sont au nombre de quatre enfants dans la famille, pour 31 sujets (24.80%) le nombre des étudiants en famille est de deux, 6 sujets (4.80%) sont à 5 enfants et 6 autres sujets (4.80%) sont à six enfants et, un sujet affirme qu'ils sont à sept étudiants dans la famille.

A la question de savoir si les enquêtés bénéficient de la part de parents ou tuteurs l'encouragement, quelque soit les résultats, ils ont répondu de la manière suivante :

**Tableau 15. Encouragement**

Opinions	f	%
Oui	150	75.00
Non	50	25.00
Total	200	100.00

Partant de ce tableau, il se dégage que 150 sujets soit 75.00% bénéficient des encouragements, quelque soit les résultats réalisés là où ils étudient, tandis que 50 sujets (25.00%) ne bénéficient pas de l'encouragement.

Pour ce qui est des relations scolaires chaleureuses, le condensé des résultats figure dans le tableau 16 repris ci – dessous :

**Tableau 16. Relations sociales chaleureuses**

Opinions	f	%
Oui	142	71.00
Non	58	29.00
Total	200	100.00

En scrutant ce tableau, il s'observe que 142 sujets, soit 71% bénéficient de la part des parents et tuteurs des relations sociales chaleureuses et, 58 autres (29%) ne bénéficient pas de relations sociales chaleureuses. Considérant l'attente par rapport au pourcentage, les sujets se sont exprimés comme suit :

**Tableau 17. Attente par rapport au pourcentage réalisé**

Opinions	f	%
Oui	116	58.00
Non	84	42.00
Total	200	100.00

D'après ce tableau, 116 enquêtés (58.00 %) ont avoué qu'ils bénéficient de leur parent ou tuteurs une attente par rapport au pourcentage et, 84 sujets, soit 42.00% ne bénéficient pas de celle-ci.

A la question d'indiquer si de la part de parents ou tuteurs, les sujets enquêtés bénéficient de la manifestation de la tendresse, les sujets interrogés se sont exprimés de la manière suivante :

**Tableau 18. Manifestation de la tendresse**

Opinions	f	%
Oui	135	67.50
Non	65	32.50
Total	200	100.00

L'analyse de ce tableau stipule que 135 sujets (67.50%) bénéficient de la manifestation de tendresse, contrairement à 65 sujets, soit 32.50% qui ont émis l'opinion négative.

### 3.1.2.1 CARACTÉRISTIQUES SCOLAIRES

Ce thème est exploité par 4 items. A cet effet, considérant la filière d'études entreprises aux humanités, les enquêtés ont répondu de la manière suivante :

**Tableau 19. Filière d'études suivies aux humanités**

Choix d'études	Effectif	%
Pédagogie générale	76	38.00
Technique sociale	24	12.00
Littéraire	44	22.00
Mathématique physique	5	2.50
Biologie chimie	20	10.00
Electricité	3	1.50
Commerciale et administrative	19	9.50
Coupe et couture	6	3.00
Sans réponse	3	1.50
Total	200	100

D'après le tableau 19 ci-dessus, nous constatons que 76 sujets (38.00%) sont issus des humanités pédagogiques, 44 (22.00%) ont fait la section littéraire, 24 sujets (12.00%) proviennent de social, 20 (10.00%) sont issus de la Bio - chimie, 19 (9.50%) ont fait la commerciale, 6 sujets (3.00%) sont de la coupe et couture, 5 sujets, soit 2.50% sont issus de la Math-physique.

Considérant le pourcentage avec lequel les étudiants avaient obtenu leur diplôme à l'examen d'Etat, les résultats figurent dans le tableau 20 ci- dessous :

**Tableau 20. Pourcentage de diplôme d'Etat**

Catégorisation de %	Effectif	%
50-52	44	22.00
53-55	38	19.00
56-58	42	21.00
59-61	23	11.00
62-64	20	10.00
65-67	13	6.50
68-70	10	5.00
71-73	3	1.50
74-76	3	1.50
Indécis	4	2.00
Total	200	100

Partant du tableau n°20, nous nous rendons compte que 44 sujets (22.00%) avaient décrochés leurs diplômes d'Etat avec un pourcentage situé entre 50 – 52 ; pour 38 sujets (19.00%) c'était avec un pourcentage variant entre 53 – 55, ces pourcentages sont situés entre 56 – 58 pour 42 sujets (21.00%) ; 59 – 61% pour 24 sujets, soit 11.00%, entre 62–64% pour 20

sujets (10.00%). Par contre, entre 65 – 67% ; 68 – 70% ; 71 – 73% et 74 – 76% il y a respectivement 13 sujets (6.50%), 10 sujets (5.00%) ; 3 sujets (1.50%).

A la question de savoir si les enquêtés avaient redoublés aux humanités, ils ont répondu dans le tableau 21 repris comme suit :

**Tableau 21. Avoir doublé la classe**

Opinions	Effectif	%
Oui	99	49.50
Non	95	47.50
Sans opinion	6	3.00
Total	200	100

Selon ce tableau, il s'observe que 99 sujets, soit 49.50% avaient redoublés les classes, 95 sujets (47.50%) n'avaient pas redoublés et 3% des sujets sont resté sans opinions.

A la question de savoir le motif pour lequel ils avaient redoublés des classes, les 99 sujets qui ont émis l'opinion positive ont avancé les raisons suivantes :

**Tableau 22. Motif de redoublement**

Motif de redoublement, n=99	Effectif	%
Frais scolaire	23	23.23
Avoir pris l'inscription en retard	9	9.09
La méchanceté des enseignants	13	13.13
Problème de santé	6	6.06
Négligence de ma part	24	24.24
Problème affectif (mort d'un être cher, divorce des parents, etc	8	8.08
L'inadaptation scolaire	8	8.08

De motifs de redoublement, la cause la plus évoquée est la négligence (24.24%), suivis des frais scolaires (23.23%) et la méchanceté des enseignants (13.13%). Les autres motifs, notamment l'inscription en retard, le problème de santé, le problème affectif ainsi que l'inadaptation scolaire sont cités respectivement à 9.09% ; 6.06% et 8.08%.

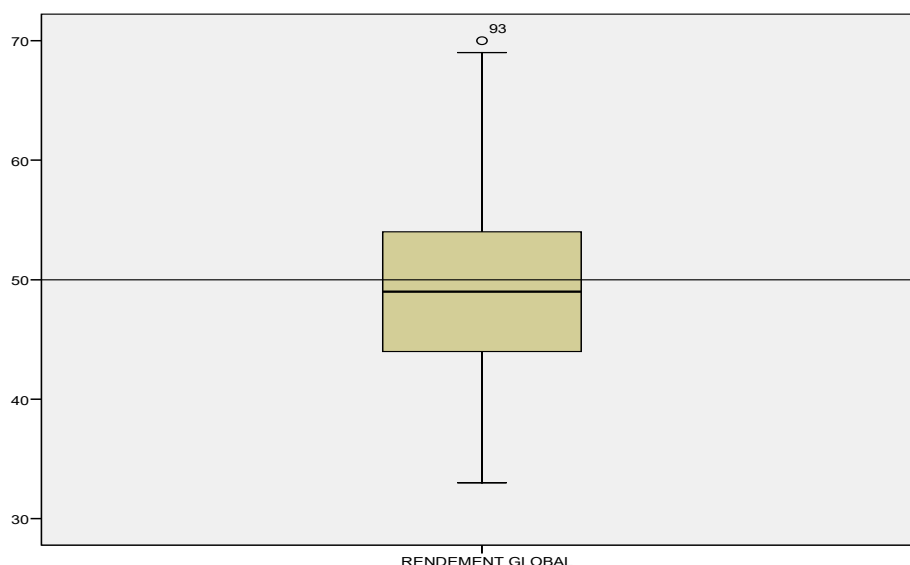
### **3.1.3 RENDEMENT**

#### **3.1.3.1 RENDEMENT GLOBAL**

Cette section traite du rendement global réalisé par les 200 sujets qui ont participé à cette enquête. Dans la présentation des résultats obtenus quant à ce, nous n'avons pris en considération ni les facultés fréquentées par les enquêtés, ni leur sexe. Il s'agit d'une présentation globale. Le tableau 3 ci-dessous :

**Tableau 23. Rendement global**

N	D	P	Max	M	Sd	CV	Rdt (%)
200	33	70	100	49.62	7.44	0.14	49.62



**Fig. 1. Rendement global**

**Légende :**

*N* : nombre total des sujets

*D* : Dernière note

*P* : Première note

*Max* : maximum

*M* : moyenne

*Sd* : écart-type

*CV* : coefficient de variation

*Rdt* : rendement traduit en pourcentage.

Partant du tableau 23, nous constatons que les 200 sujets qui ont participé à cette étude ont réalisé une moyenne de 49.62%, inférieur à 50.00 % fixés comme critère de réussite en RD Congo. Sur un maximum de 100 points, la première note est de 70/100 ; tandis que la dernière est de 33/100. Il est à noter que ces 200 sujets constituent un groupe homogène ( $CV = 0.14$ ) étant inférieur à 15%. Partant de la figure 1 ci-dessus, nous constatons que la ligne centrale divise la boîte à moustaches en deux. De même, la médiane de ces 200 sujets est située en dessous de cette ligne centrale.

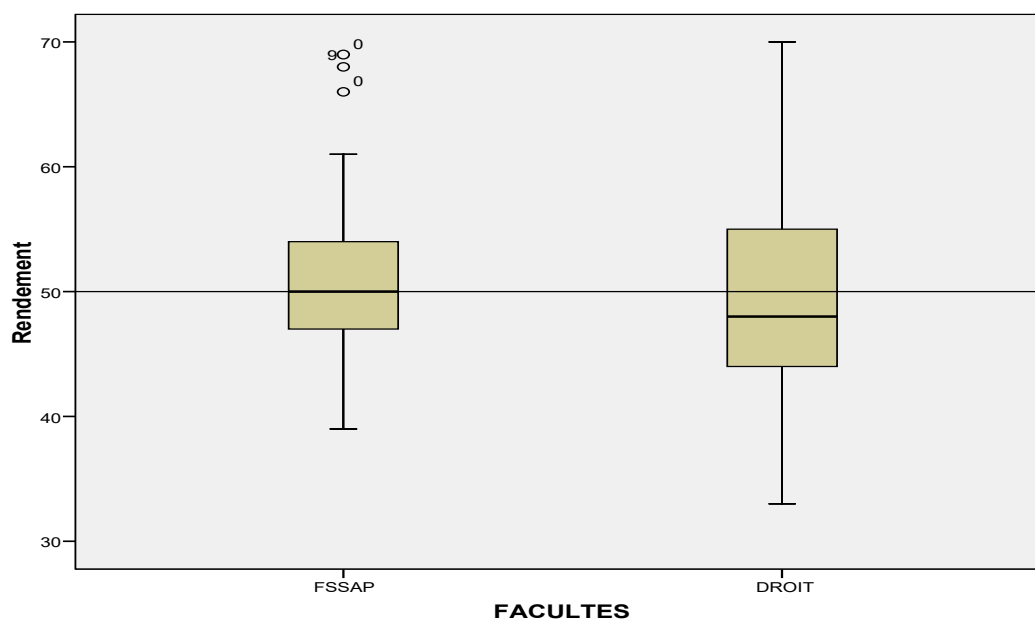
### 3.1.3.2 RENDEMENT PAR FACULTÉ

Considérant le rendement par faculté, les résultats figurent dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 24. Rendement par faculté**

Facultés	N	D	P	Max	M	Sd	CV	Rdt (%)
Droit	129	33	70	100	48.93	7.83	0.16	48.93
FSSAP	71	32	69	100	50.87	6.46	0.12	50.87





**Fig. 2. Rendement par faculté**

En ce qui concerne le rendement par faculté, il ressort du tableau 24 ci-dessus que le rendement le plus élevé revient à la faculté de droit, soit 50.87% avec une moyenne de 50.87. Pour la faculté de FSSAP, il s'observe une moyenne de 48.93 correspondants à un rendement de 48.93. En effet, sur un maximum de 100 points, les dernières et premières notes sont respectivement de 39 et 69 pour la faculté de Droit et, 33 et 70 pour celle de FSSAP. Etant donné que le  $CV=0.12 < 0.15$ , les 129 sujets de la faculté de droit sont un groupe homogène, par contre les 71 sujets de la FSSAP sont un groupe hétérogène ( $CV=0.16 > 0.15$ ).

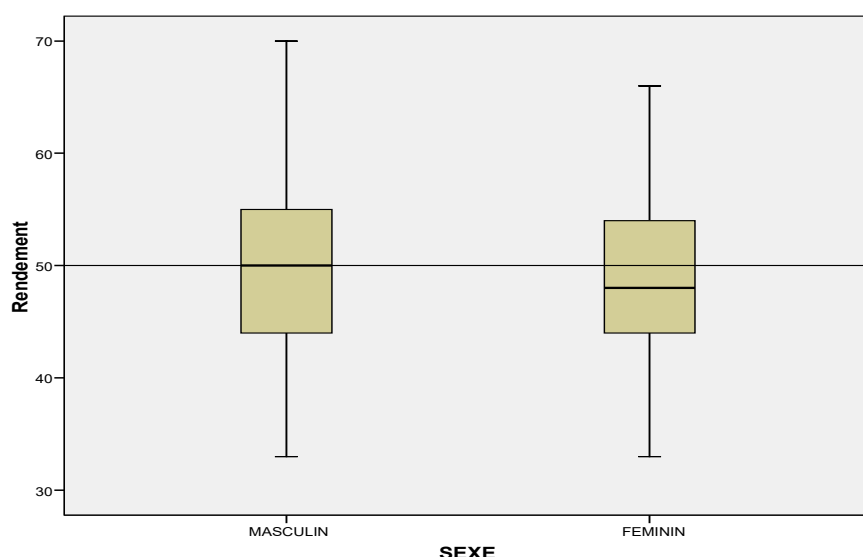
Considérant la figure 2 reprise ci-dessus, nous constatons que la ligne centrale divise les deux boîtes à moustaches en deux, même si la dispersion des données est forte à la faculté de Droit. De même, la médiane de la boîte à moustaches de la faculté de droit se situe en dessous de la ligne centrale. Celle de la faculté des SSAP est confondue à cette ligne. Cependant, les moyennes selon les facultés ne diffèrent pas significativement entre elles, étant donné que la probabilité (0.061) associé à la valeur t calculé (1.88) est supérieure au seuil de 0.05.

### **3.1.3.3 RENDEMENT SELON LE SEXE**

En fonction de sexe, le rendement des enquêtés se présente de la manière suivante :

**Tableau 25. Rendement selon le sexe**

Sexe	N	D	P	Max	M	Sd	CV	Rdt(%)
M	121	33	70	100	49.97	7.48	0.09	49.97
F	79	33	66	100	49.09	7.33	0.14	49.09



**Fig. 3. Rendement selon le sexe**

Le tableau ci-dessus, nous montre que le sexe masculin a réalisé un rendement de 49.97% et une moyenne de 49.97%. Le sexe féminin par contre a comme rendement 49.09% et comme moyenne 49.09. Les premières et les dernières notes sont respectivement de 70 et 33 pour le sexe masculin, elles sont de 66 et 33 pour le sexe féminin. Les coefficients de variation obtenus (0.09) pour le sexe masculin et 0.14 pour le sexe féminin montrent que les sujets de ces deux sexes constituent des groupes homogènes.

En considérant la figure 3, il faut affirmer que bien que la ligne centrale divise les boîtes à moustaches de deux groupes en deux, la médiane du sexe masculin est confondue à cette ligne, par contre la médiane du sexe féminin figure en dessus de la ligne centrale.

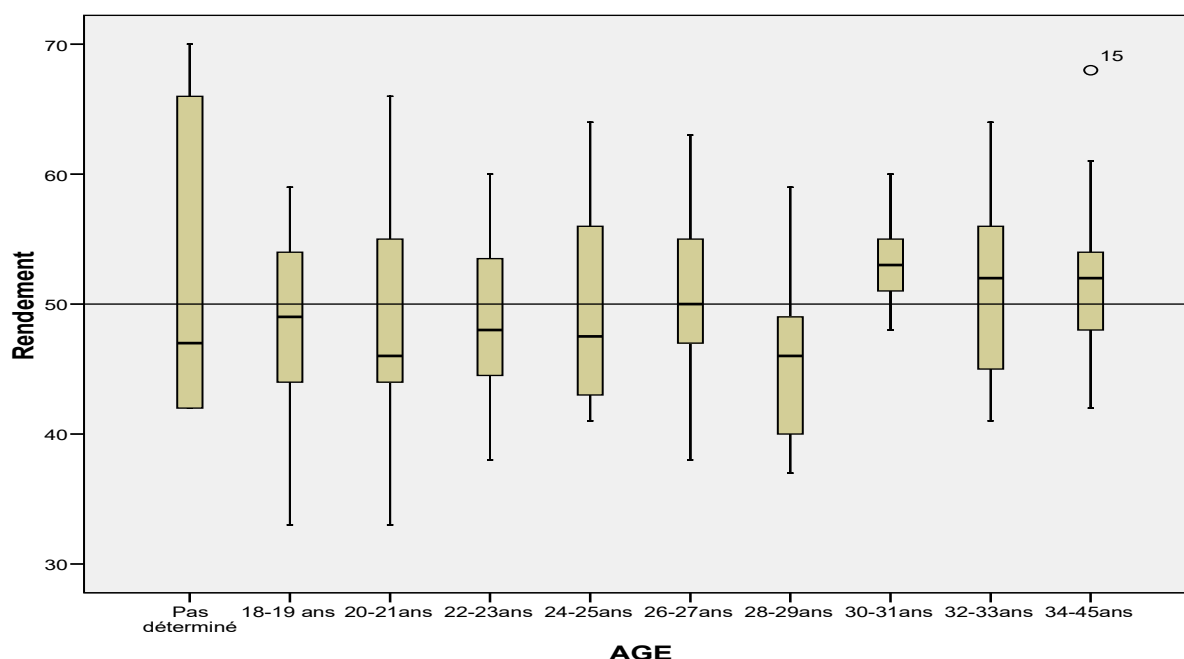
Les moyennes ne diffèrent pas significativement entre elles, étant donné que la probabilité (0.413) associée à la valeur  $t$  calculée (0.821) est supérieure au seuil de 0.05. En d'autres termes, les performances des sujets selon le sexe sont identiques.

### 3.1.3.4 RENDEMENT SELON L'ÂGE

Loin de nous arrêter au rendement global, par faculté et par sexe, nous avons également considérés les différentes tranches d'âges identifiées chez les sujets de notre échantillon. Le condensé des résultats figure dans le tableau et la figure repris ci-dessous :

**Tableau 26. Rendement selon l'âge**

Ages	N	D	P	Max	M	Sd	CV	Rdt(%)
18-19	31	33	59	100	47.94	7.18	0.15	47.94
20-21	50	48	66	100	48.96	8.17	0.17	48.96
22-23	27	38	60	100	48.81	6.08	0.12	48.81
24-25	14	49	64	100	49.14	6.86	0.14	49.14
26-27	20	38	63	100	50.90	6.63	0.13	50.90
28-29	11	37	59	100	45.73	6.82	0.15	45.73
30-31	9	48	60	100	53.44	4.06	0.07	53.44
32-33	10	41	69	100	51.40	7.29	0.14	51.40
34-35	19	42	68	100	49.02	6.50	0.13	49.02
Pas déterminer	9	42	70	100	53.00	12.05	0.22	53.00



**Fig. 4. Rendement par tranche d'âge**

Le rendement le plus élevé est obtenu dans la tranche d'âge de 30-31 (avec une moyenne de 53.44 et un rendement de 53.44). Cette tranche d'âge est suivie par celle de 32-33 qui a un rendement de 51.40. En troisième position viens la tranche d'âge de 26-27 avec un rendement de 50.90%. Les six autres tranches d'âge, ont des rendements variants entre 45.73% et 49.14%. A l'exception de la tranche d'âge de 20-21 (CV = 0,17), les autres tranches d'âges constituent chacune un groupe homogène car tous les coefficients de variation sont inférieurs ou égale à 0.15. Seul les tranches d'âges de 26-27 ; 30-31 et 32-33 ont réalisés 50.00% au plus supérieur au critère de réussite fixé en RD Congo.

La note la plus élevée est réalisée dans la tranche d'âge de 32-33 (69) pour les autres tranches d'âge, elle est de 68 pour celle de 34-35 ; 66 pour la tranche de 20-21 ; 64 pour la tranche de 24-25, 63 pour celle de 26-27 ; 60 pour les tranches 22-23 et 30-31 ; enfin 59 pour les tranches de 13-14 et 28-29.

Comme le montre bien la figure 4 ci-dessus, la ligne centrale divise les boîtes à moustaches des toutes les tranches d'âges, à l'exception de celle dont l'âge va de 28-29 ans qui est située en dessous et de celle dont l'âge oscille entre 30-31 positionnée au-dessus de cette ligne. Par conséquent, les sujets dont l'âge n'est pas déterminé apparaissent avec une grande dispersion des données. Si les médianes des tranches d'âges allant de 30-31 ans, 32-33 ans et 34-35 ans sont situées au-dessus de la ligne centrale, celles d'autres tranches se situent en dessous de cette ligne à l'exception de la tranche d'âge de 26-27 ans dont la médiane est confondue avec la ligne centrale.

L'application du test de Kruskal-Wallis pour comparer les résultats a conduit à une probabilité ( $p=0.17$ ) associée à un chi-carré =11.5. Celle-ci étant supérieure au seuil de 0.05, nous pouvons conclure que les moyennes comparées ne diffèrent pas significativement.

### 3.1.4 EFFETS DES CARACTÉRISTIQUES SUR LES RÉSULTATS

Pour apprécier l'effet des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires sur le rendement des étudiants des facultés de Droit et de FSSAP de l'UNIKIS, nous avons recouru à la corrélation. Après calcul, nous avons trouvé les résultats qui sont consignés dans le tableau 27 de la manière suivante :

**Tableau 27. Effet des caractéristiques**

N	r	p	Signification
200	-0.010	0.891	NS

D'après ce tableau, il se dégage une probabilité de 0.891 associée à un coefficient de corrélation de -0.010 ; supérieur au seuil de 0.05. Partant, nous pouvons conclure que les caractéristiques décrites dans cette étude n'ont pas un effet positif sur le rendement des étudiants des G<sub>1</sub> Droit et FSSAP à l'université de Kisangani.

### 3.2 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Cette section de notre étude porte sur la discussion des résultats. C'est un état qui consiste à donner une certaine explication aux résultats obtenus. En effet, cette étude s'est attelée à dégager l'effet des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires sur le rendement des étudiants des premiers graduats (G<sub>1</sub>) dans les facultés de Droit et de FSSAP de l'université de Kisangani.

Cependant, les études qui ont analysé les déterminants de la réussite à l'université ont mis en évidence la place de la scolarité antérieure de l'étudiant et de l'origine sociale de celui-ci. Ainsi, le type de diplôme obtenu, la section faite aux humanités, l'âge d'obtention du diplôme, la profession des parents, le contexte environnemental et familial dans lequel l'étudiant est placé ont été identifiés comme étant les facteurs, aux mieux des caractéristiques ayant un effet positif sur le rendement scolaire.

Au-delà de ces facteurs sociaux et scolaires, les études ont révélé que les conditions dans lesquelles se déroulent les études, notamment le temps de travail individuel de l'étudiant, son sens d'organisation et sa prise de conscience au travail, sont aussi des variables ayant un effet positif sur la réussite.

Notre étude se situe dans le prolongement des travaux ayant mis en exergue l'effet des différentes caractéristiques sur la réussite scolaire et/ou académique, notamment les recherches qui se sont attachées à mettre à jour les déterminants de la réussite en première année universitaire ([8] ; [9] ; [10] ; [11] ; [12] ; [13] ; [14] ; [15]). Nous avons considéré, comme les études précitées, les caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires.

Ainsi, nous nous sommes rendus compte, au regard des résultats auxquels nous sommes arrivés que les sujets impliqués dans cette étude avaient eux-mêmes choisi les filières d'études dans lesquelles ils sont inscrits maintenant. Parmi les raisons ayant milité en faveur de leurs études actuelles, les sujets interrogés ont parlé du souci d'orientation, tenant compte des options faites aux humanités, aussi du souci de trouver facilement de l'emploi, sans oublier l'envie qu'ils ont des étudiants évoluant dans leurs filières respectives et de leurs membres des familles. Dans le même ordre d'idées, tout en reconnaissant qu'ils ont des aptitudes nécessaires à entreprendre leurs études actuelles, les sujets interrogés ont avoué qu'ils peuvent réussir facilement dans cette orientation qu'ils ont prises.

Concernant l'âge qui est aussi un atout important pour la réussite scolaire et académique, les résultats de notre étude ont montré que l'âge de la majorité de nos enquêtés est supérieur ou égal à 19 ans. Nous pouvons dire que ceux-ci ont l'âge requis pour embrasser les études supérieures et universitaires.

En effet, même si certains enquêtés seraient tentés de justifier leur échec par le fait qu'ils se prennent eux-mêmes en charge sur tous les plans, force est de constater, du moins dans le cadre de cette étude que beaucoup des sujets enquêtés vivent chez leurs parents biologiques et que leur prise en charge sur le plan financier et alimentaire est assurée par ceux-ci. Nous ne devons pas perdre de vue que ceux-ci ont beaucoup des charges et des responsabilités qui dépassent les moyens dont ils disposent. Cet état de chose, si on n'y fait pas attention peut influencer négativement sur le rendement des étudiants.

Les aptitudes des parents vis-à-vis de leurs enfants ont été trouvées bonnes et à encourager, même si certains d'entre eux semblent avoir démissionné de leur responsabilité. Les enquêtés ont avoué recevoir les encouragements de la part de leurs parents, aussi des relations sociales chaleureuses et des manifestations de la tendresse.

Les filières d'études suivies par les enquêtés aux humanités sont diversifiées, pour des motivations aussi diverses. De même, le pourcentage avec lesquels ils ont décroché les diplômes, entre 50% et 58%. Ceci reflète bien la qualité de l'enseignement qui a sensiblement baissé. Nous avons considéré l'âge des étudiants. Selon ([16] ; [17]), la question de l'âge ne se prête à aucun débat : plus on est âgé à l'entrée en première licence, plus les chances de réussite diminuent. Il est donc souhaitable d'aborder les études à un âge tendre. Considérant le sexe, il est un facteur de réussite non significatif, de l'avis de ([18] ; [19]).

De façon globale, les recherches ont conclu à un impact relativement modéré des caractéristiques sociodémographiques. Selon [20], elles n'expliquent à elles seules que près de 11% de la variance des résultats des étudiants de première année de sciences économiques de Dijon en 1990, même si pour [21], ce groupe de facteurs explique moins de 7% de la variance des scores des étudiants de première année de droit de Dijon en 1991. De même, plus récemment, [22] révèle pour les trois filières qu'il a étudiées, à savoir sciences de la vie et de la terre, AES, et psychologie que la part de variance de la note moyenne

obtenue en première année expliquée par les caractéristiques sociodémographiques varie, toutes choses égales par ailleurs, de 0.9 à 3% selon l'université fréquentée.

Finalement, nous pouvons conclure que les caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires considérées dans cette étude ne permettent d'expliquer qu'une faible part de la variance des notes obtenues par les étudiants aux examens. Ainsi donc, celles-ci ont un effet négatif sur le rendement des étudiants ayant participé à cette étude. Ceci nous amène à dire que malgré les caractéristiques identifiées qui sont importantes et évidente pour la réussite académique, les rendements des sujets ayant pris part à cette enquête est globalement faible. Il est inférieur à 50%. Même si en considérant le rendement par faculté, le Droit a réalisé un rendement légèrement supérieur à 50%, la conclusion statistique est que les moyennes de deux facultés n'ont pas présenté des différences significatives. Par conséquent, les performances sont presque identiques.

Etant donné que nous n'avons considéré que quelques caractéristiques, les résultats ne peuvent pas avoir une portée générale. Ils peuvent bien être compris et considérés dans le contexte où la recherche est réalisée. Nous avons considéré les notes réalisées par les étudiants aux épreuves composées par leurs enseignants, sans que nous n'ayons nous même eu à intervenir pendant leur composition. Celles-ci étaient-elles fidèles et valides ? Dans quelles conditions les étudiants avaient passées ces épreuves ? Quelle a été la nature et la forme des questions posées aux étudiants ? Sont autant de questions auxquelles nous ne sommes pas en mesure de répondre dans cette étude. Ceci nous amène à plus de modestie dans les conclusions qui ne concernent que ceux qui ont participé à cette étude.

Dans la mesure où les caractéristiques identifiées dans cette étude n'ont pas eu un effet positif sur le rendement des enquêtés, comme implications pédagogiques nous pensons qu'il va falloir qu'elles soient renforcées et intensifiées pour les amener à impacter positivement le rendement scolaire et académique des étudiants. Ceci est à la fois une sensibilisation et une interpellation, aussi bien pour les étudiants que pour tous les partenaires éducatifs.

#### **4 CONCLUSION**

A la fin de cette étude qui a porté sur l'effet des caractéristiques personnelles, sociodémographiques et scolaires sur le rendement des étudiants de premier graduat Droit et Sciences Sociales, Administratives et Politiques de l'université de Kisangani, il paraît opportun de rappeler le cadre dans lequel il s'est déroulé.

Nous avons tenu à répondre dans le cadre de cette étude aux préoccupations suivantes :

- ✓ Quels sont les déterminants de la réussite en premier graduat dans les facultés de Droit et de Sciences Sociales, Administratives et Politiques de l'université de Kisangani (UNIKIS) ?
- ✓ Quel est l'effet des caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires sur les résultats des étudiants de premier graduat en Droit et en Sciences Sociales, Administratives et Politiques ?

Ces préoccupations sont soutenues par les objectifs repris comme suit :

- ✓ Identifier les déterminants de la réussite des étudiants en premier graduat Droit et FSSAP à l'université de Kisangani ;
- ✓ Dégager l'effet des caractéristiques sociodémographiques personnelles et scolaires sur les résultats des étudiants de premier graduat Droit et FSSAP à l'université de Kisangani.

En guise des réponses provisoires aux préoccupations soulevées ci-haut, nous avons pensé à celles qui suivent :

- ✓ Les déterminants de la réussite en premier graduat dans les facultés de Droit et de Sciences sociales, Administratives et Politiques de l'université de Kisangani seraient les caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires des étudiants.
- ✓ Les caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires auraient un effet sur les résultats des étudiants de premier graduat Droit et FSSAP.

Nous avons réalisé cette étude auprès d'un échantillon aléatoire de 200 sujets, dont 129 sujets provenant de la faculté de Droit et 71 sujets issus de la Faculté des Sciences Sociales, Administrative et Politique (FSSAP). Les données à propos des caractéristiques personnelles, scolaires et sociodémographiques sont appréhendées grâce au questionnaire. De même, la technique documentaire a été mise à profit parmi les techniques de collecte des données.

A la fin de cette démarche méthodologique rigoureusement suivie, nous sommes parvenus à certains résultats qui nous ont amené à décrire les caractéristiques sociodémographiques, personnelles et scolaires des sujets impliqués dans cette étude. Il faut noter pour cela que celles-ci sont évidentes et de nature à constituer les déterminants de la réussite académique des étudiants. Nous pouvons conclure que le rendement global des sujets de l'échantillon est faible, il est de 49.62% inférieur au critère de réussite fixé en République Démocratique du Congo. Ainsi, les caractéristiques identifiées et décrites dans cette étude ne se sont pas révélées comme étant les déterminants de la réussite des étudiants en premier graduat. Leur effet sur le rendement est négatif ( $p=0.891$ ) et le coefficient de corrélation lui associée =  $-0.010$ . La probabilité est supérieure au seuil de 0.05.

## REFERENCES

- [1] Delors, J., Un trésor est caché dedans. Rapport à l'UNESCO de la Commission Internationale sur l'éducation pour le vingt et unième siècle. Paris, Editions Odile Jacob, 1999 ;
- [2] Leperlier, G., Réussir sa scolarité (Re) motiver l'élève, Paris : 4<sup>ème</sup> Edition, ISBN, 2002.
- [3] Bapolisi, P., Stratégies pour réussir à l'enseignement supérieur et universitaire, KIVU, CERUKI, 2012.
- [4] Perenoud, P. Réussir à l'école : tout curriculum, rien que le curriculum !, Genève, UNIGE, 2002.
- [5] Giroux & Tremblay, *Méthodologie des sciences humaines*, 2<sup>ème</sup> Ed. Quebec, Renouveau Pédagogique, 2002.
- [6] Lamoureux, A, *Recherche et méthodologie en sciences humaines*. Québec, Beauchemin, 2006.
- [7] Grawitz, M, *Méthodes des sciences sociales*, Paris, Dalloz, 2001.
- [8] Dépelteau, F, *La démarche d'une recherche en sciences humaines. De la question de départ à la Communication des résultats*, Bruxelles, De Boeck, 2003.
- [9] De Ketele, J.M, Le passage de l'enseignement secondaire à l'enseignement supérieur : les facteurs de réussite. *Vie Pédagogique*, (66), 4-8, 1990.
- [10] Duru-Bellat, M, Des tentatives de prédiction aux écueils de la prévention en matière d'échec en première année d'université. *Savoir*, (3), 399-416, 1995.
- [11] Galand, B., Neuville, S., & Frenay, M, L'échec à l'université en Communauté Française de Belgique : Comprendre pour mieux prévenir ? *Cahiers de Recherche en Education et Formation*, (39), 5-17, 2005.
- [12] Lambert-Le Mener, M, La performance académique des étudiants en première année universitaire : influence des capacités cognitives et de la motivation (Thèse de doctorat). Université de Bourgogne, Dijon, 2012.
- [13] Morlaix, S., & Suchaut, B. Analyse de la réussite en première année universitaire : effets des facteurs sociaux, scolaires et cognitifs. Document de travail de l'IREDU, (2012/2), 1-34, 2012.
- [14] M'Piayi, A, Les déterminants de la réussite, le cas du Deug B à l'Université de Bourgogne (Thèse de doctorat). Université de Bourgogne, Dijon, 1999.
- [15] Romainville, M. L'échec dans l'université de masse, Paris, L'Harmattan, 2000.
- [16] Romainville, M., & Michaut, C. (dir). Réussite, échec et abandon dans l'enseignement supérieur. Bruxelles : De Boeck Université, 2012.
- [17] Michaut, C, L'influence du contexte universitaire sur la réussite des étudiants (Thèse de doctorat). Université de Bourgogne, Dijon, 2000.
- [18] Lemaire, S., Les facteurs de réussite dans les deux premières années d'enseignement supérieur (DEUG, DUT, BTS). Note d'information (00-25), 1-6, 2000.
- [19] Duru-Bellat, M., Des tentatives de prédiction aux écueils de la prévention en matière d'échec en première année d'université. *Savoir*, (3), 399-416, 1995.
- [20] Morlaix, S., & Suchaut, B., Analyse de la réussite en première année universitaire : effets des facteurs sociaux, scolaires et cognitifs. Document de travail de l'IREDU, (2012/2), 1-34, 2012.
- [21] Guégnard, C., Les déterminants de la réussite de l'entrée à l'université à l'obtention du diplôme (Mémoire de DEA). Université de Bourgogne, Dijon, 1994.
- [22] Duru-Bellat, M., Des tentatives de prédiction aux écueils de la prévention en matière d'échec en première année d'université. *Savoir*, (3), 399-416, 1995.
- [23] Michaut, C., L'évaluation de la réussite en premier cycle universitaire. In E. Annoot & M.F. Fave-Bonnet (dir.), *Pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur : enseigner, apprendre, évaluer* (p.223-250). Paris : L'Harmattan, 2004.

