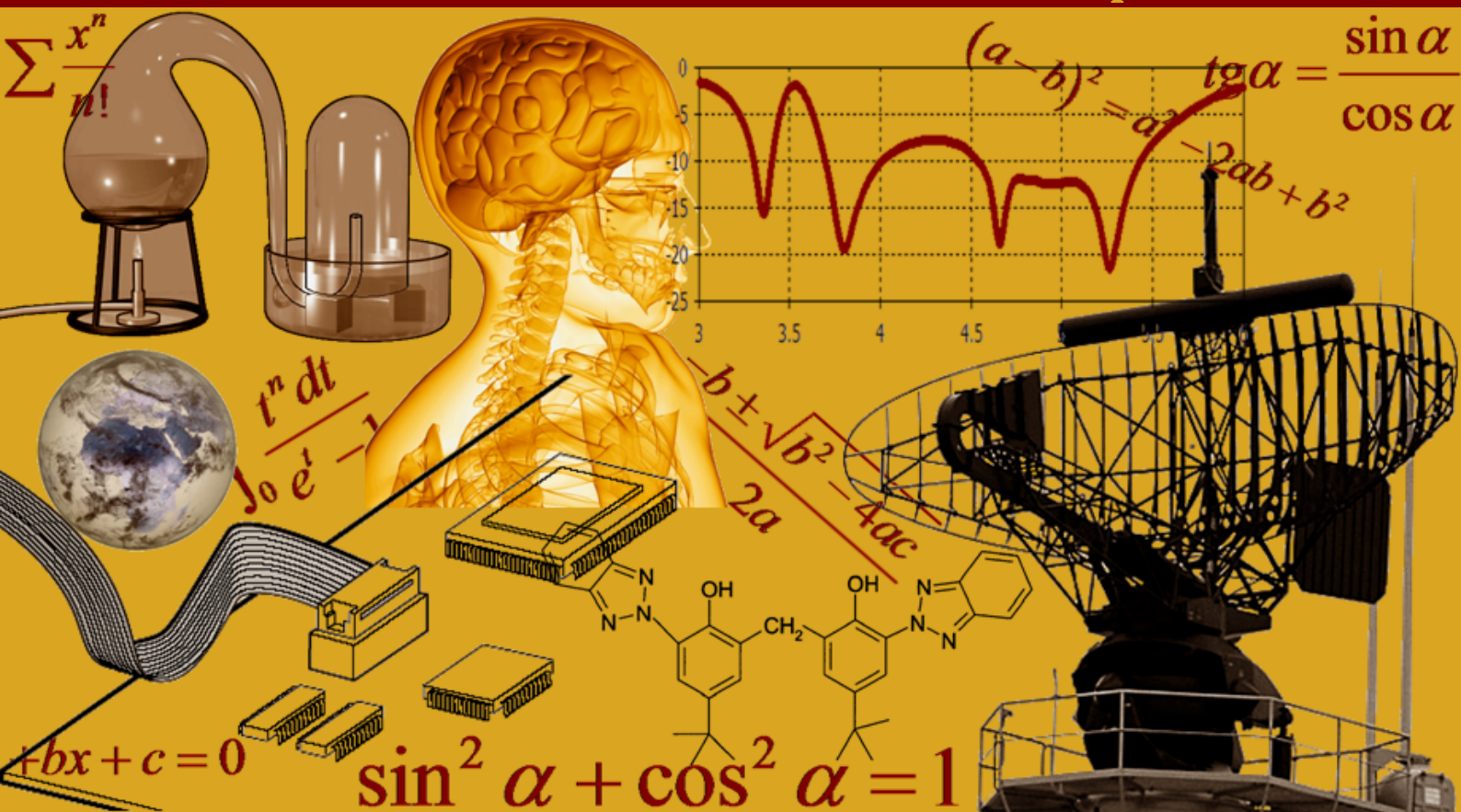


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 32 N. 2 September 2017



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.

Table of Contents

Effects of Multimedia Family Planning Promotion on Women Contraceptive Use in Arumeru District <i>Isa Sekro Mwejuma, Peter E. Masha, and Stanslaus M. Msuya</i>	173-180
CONFLICTING INTERESTS OF STAKEHOLDERS IN GOVERNING AND UTILIZATION OF FOREST RESOURCES: A CASE STUDY OF CHENENE FOREST RESERVE, BAHU, TANZANIA <i>J.B. Nkonoki, Stanslaus M. Msuya, and F.H. Mgumia</i>	181-190
Etude quantitative des déchets produits par ménage en groupement de Bugorhe <i>Justin RUJAMIZI MULUMEKONE</i>	191-198
ETUDE COMPARATIVE DE L'INFLUENCE DE L'ENGRAIS CHIMIQUE NPK ET LE FUMIER DE FERME SUR LE RENDEMENT ET LA CROISSANCE DU HARICOT NAIN A MULUNGU <i>Justin RUJAMIZI MULUMEKONE</i>	199-209
INTOLERANCE DU CHAT A LA KETAMINE AU SEUIL DE LA DOSE LETALE LORS DES OPERATIONS CHIRURGICALES : CAS D'OVH EN LAPAROTOMIE ABDOMINALE <i>Vincent de Paul SANVURA MATUMUABIRHI</i>	210-213
Crise écologique - Manifestations et conséquences sur la population : Cas de Kisangani et Ikela (Kisangani / Tshopo/ RD Congo) <i>Bruno Augustin LONGELA NZASI and Joseph TSHIMPANGA BAKADIANJILA</i>	214-218
Diversité des macroinvertébrés benthiques et paramètres physicochimiques de la rivière Tshula, dans le bassin du Lac Kivu, RD Congo <i>Jean-Marie Mucheso, B. Muhiqwa, M. Isumbisho, K. Kalakuko, J. Bagalwa, and B. Irengé</i>	219-233
CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE DES EXTRAITS AQUEUX ET ETHANOLIQUE DE SPILANTHES MAURITIANA : PLANTE MEDICINALE DU BUSHI <i>Jean Roger BYUMANINE NTABAZA, BWAMI MUSOMBWA, Octave SHAURI CHIZUNGU, and Alain Maurice SIMBA DELIMENA</i>	234-239
CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE DES EXTRAITS AQUEUX ET ETHANOLIQUES DE <i>Leucas Martinisensis</i> : PLANTE MEDICINALE DU BUSHI <i>BWAMI MUSOMBWA, J. Roger BYUMANINE NTABAZA, Alain Maurice SIMBA DELIMENA, and Octave SHAURI CHIZUNGU</i>	240-245
Reliability and Validity of Indigenous Death Anxiety Scale <i>Afreen Faiza and Anila Amber Malik</i>	246-250
Reduced Order Model Based GPC for a Binary Distillation Column <i>Anuj Abraham, V. Vetrivelvi, and N. Pappa</i>	251-264
Potentiel Synergétique entre l'ATAWADAC (Anytime Anywhere Anydevice Anycontent), le PKM (Personal Knowledge Management) et les Applications Mobiles en RD Congo <i>Kabuya Kamiba Isaac, Kyandoghere Kyamakya, Mbusa Claude Takenga, Bagula Antoine, and Kabamba Richard</i>	265-285
EVOLUTION DU SYSTÈME PENAL CONGOLAIS DE LUTTE CONTRE LE TERRORISME AU LENDEMAIN DU 11 SEPTEMBRE 2001 <i>Goethe ALI HAMADI</i>	286-298
Bandwidth Analysis and Optimization of 4 shaped Microstrip Patch Antenna with Artificial Neural Network <i>Pritam Singha Roy and Samik Chakraborty</i>	299-306
Modélisation de la gouvernance technologique <i>Majid AJEDDI</i>	307-316
La monstrosité au féminin pendant le génocide commis contre les Tutsi en 1994 au Rwanda : Un cas unique dans le monde <i>Justine HITIMANA</i>	317-328
STRUCTURE ET DYNAMIQUE DES ALGUES PERIPHYTIQUES DES RIVIERES BATIKA (YABASSI) ET TONGO'O BASSA (DOUALA) <i>Gildas Parfait NDIOUONDO, Marie Louise BA'ANA ETOUNDI, Roland Didier NWAMO, Henri FANKEM, and Siegfried Didier DIBONG</i>	329-344
AN IMPROVEMENT CLASSIFICATION ALGORITHM UTILIZING STREAMING DATA	345-353

Hind Ra'ad Ibraheem and Enas Mohammed Hussein

Déterminants des performances des élèves de 6ème année primaire de Kisangani en mathématiques 354-365

BELA Legono, BOYOMBI Igumbe, ADYA Eriku, and WONGBA Yabusa

Attitudes des enseignants et résultats des écoliers de 4e année primaire en lecture-compréhension française 366-374

Jean-Paul BELA Legono, Caroline WONGBA Yabusa, and Constance BOYOMBI Igumbe

Effects of Multimedia Family Planning Promotion on Women Contraceptive Use in Arumeru District

Isa Sekro Mwejuma, P.E. Masha, and S.M. Msuya

Institute of Rural Development Planning, Dodoma, Tanzania

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

ABSTRACT: Contraceptive use has been shown to increase rapidly in Tanzania in recent years, but it remains unclear whether exposure to messages about contraceptive through multimedia has a positive influence to use and at what magnitude. This paper used a cross-sectional data from 67 women of reproductive age collected in 2014 about the effects of multimedia on women contraceptive use at Kiranyi ward in Arumeru District in Arusha. The data were used to examine extent of multimedia in promoting contraceptive use among these women, the influence of multimedia on women contraceptive use and determining the association between multimedia and women contraceptive use. IBM SPSS Statistics version 20 was used for data analysis.

Findings indicated that about 61.2% Radio and 20.9% Television are the common media used in promoting women contraceptive use. Multimedia shows a great influence on women contraceptive use as 82.1% of the women interviewed claimed to have adapted contraceptive use after they heard contraceptive use advertisement from media. Media information affects women contraceptive use behavior through changing attitudes, adapting contraceptive use. Findings also revealed that there is an association between multimedia and women contraceptive use at $p < 0.001$ in which 82.1% of the women of reproductive age interviewed in the study area adopted contraceptive use after heard contraceptive information from the media. It was concluded that multimedia family planning promotion had an effect on women contraceptive use. The Researcher recommended that responsible players should strengthen multimedia messages to ensure effective dissemination of contraceptive use information hence create enough knowledge and awareness on understanding proper women contraceptive use.

KEYWORDS: Family Planning, Contraception, Multimedia, Contraceptive Prevalence rate, Reproductive health.

1 BACKGROUND INFORMATION

Family Planning (FP) in which the major component is use of contraceptive methods is a key constituent of health services and it benefits the health and wellbeing of women, men, children, families, and their communities. Contraception is the use of various devices, drugs, agents, sexual practices, or surgical procedures to prevent conception or impregnation (pregnancy) to women. Contraception helps women plan if and when they want to have a baby (WHO, 2012). According to World Health Organization estimates, 600,000 women die each year of pregnancy-related causes, and 75,000 die following unsafe abortions. At least 200,000 of these maternal deaths are attributable to the failure or lack of contraceptive services. It has been generally accepted that to prevent mortality, effective contraception improves maternal health and the health status of infants and children (WHO, 2012).

The widespread adoption of family planning represents one of the most dramatic changes of the 21st century. The growing use of contraception around the world has given couples the ability to choose the number and spacing of their children and has tremendous lifesaving benefits. Despite the impressive gains, contraceptive use is still low for some of the world's poorest and most populous places (Charles, 2012). The modern contraceptive prevalence rates (that is, the proportion of women of reproductive age who are using a modern contraceptive method) vary widely across the African region. Among women of reproductive age, contraceptive prevalence rates for modern methods ranged from 1.2 percent in Somalia to 60.3

percent in South Africa. Countries in Southern Africa reported the highest levels of contraceptive use, followed by countries in East Africa. With a few exceptions, West and Central African countries report very low rates of family planning use. Some of the lowest contraceptive prevalence rates in the world exist in these two sub regions of Africa (Mackenzie *et al.*, 2011).

In Tanzania, the government started to integrate family planning into maternal and child health care services in 1988 in which family planning services were provided by government, non-governmental and faith-based organizations. It also worked to strengthen family planning services by training service providers, improving logistics systems and implementing a national communication campaign. The Government adopted National Population Policy in 1992, calling for extensive distribution of family planning information. The most common media channels used were Radio, Television, Newspapers and Posters which provide family information and knowledge on area where family planning services are not easily accessible, its importance and the way of using family planning through Radio serial drama, project intervention, non-project interventions and Green star logo promotional activities (URT,2010).

Recent research based on nationally representative surveys confirms a strong association between exposure to family planning messages in the mass media and contraceptive use. The World Health Organization Report on Consultation on birth spacing (2012); shows that media channels appear to have major impacts on contraceptive use. In less than three years, use of modern contraceptive methods nearly doubled in most of sub-Saharan countries. By 1994 contraceptive prevalence among women aged 15-49 was 11.3% having risen from a level of 5.9% in 1992-1993 in which about 7% of such increase resulted from media promotions. But in the year 2010 the Contraceptive prevalence (% of women ages 15-49) in Tanzania was reported to be 34.40% in which about 21.5% of the total percent is due to media promotions while the rest percent is due to Health education services (TDHS, 2010).

Despite the availability of family planning methods, studies show that use of contraception is not universal, and that millions of women who would prefer delaying their next pregnancy or even stop having children are not using any. Unmet need for family planning exist in all parts of the developing world. Communication campaigns can initiate, accelerate or sustain family planning behavior change. For example, they can educate people on their choices, inform them of the sources of supply, address misconceptions, and introduce new values. The effectiveness of communication campaigns in general and family planning campaigns in particular, remains controversial (Jato, 2010). There are many organizations and individuals who believe that the most effective way to communicate family planning messages is through professional staff at clinics, and that media campaigns are not effective and are cost-effective. There are others who argue that, women in reproductive age (15-49 years) who recall family planning messages from several media are exposed to higher dose of family planning information than those exposed to fewer or no media. In Arusha for example, there are both professional staff at clinics and media companies, however the Contraceptive prevalence is still low at about 40.3% compared to other northern zone regions, where Kilimanjaro region contraceptive prevalence is about 64.8%, Tanga is 53.7% with exception of Manyara region which is very low about 27.4%.

In this paper, we seek to determine whether women's recent exposure to family planning messages in the media, as measured by their recall of these messages, has any effect on their current contraceptive use, different and extent of multimedia used in promoting women contraceptives use and the association between multimedia and women contraceptive use.

2 MATERIALS AND METHODS

The study was conducted at Kiranyi Ward at Arumeru District in Arusha region where systematically a total of 67 female of reproductive age (15-49 years) were interviewed and 3 purposively key informants who are media staffs, WEO and VEO from three villages of the ward that is Kiranyi, Ilkiurei and Siwandeti were involved. Extensive documentary review was done collecting data to compare the Kiranyi data with the countries data.

IBM SPSS statistics version 20 was used to perform the analysis presented in this paper giving attention on social demographic characteristics, exposure to media channels and use of contraceptive as they influence Kiranyi women use of contraceptive. Bivariate analysis is used to examine the characteristics of Kiranyi women and differences in media exposure and contraceptive behavior.

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

At this section results from questionnaires and checklist which were used for interview are presented. Discussion for each results presented are also presented. The analysis of this article focuses on variables from: background social and demographic characteristics, exposure to media channels and contraceptive use.

Table 1. Percentage of Characteristics of women aged 15 - 49 who recalled exposure to media messages about family Planning by social and demographic characteristics in Arumeru District

Characteristic	%
Age	
15 - 19	46.3
20 - 34	35.8
35 - 49	17.9
Education	
Some Primary	17.9
Completed Primary	64.2
≥ Secondary School	17.7
Family size	
2	4.5
3	32.8
4	29.9
>5	32.8
Religious Affiliation	
Muslim	41.8
Christian	58.2
Marital Status	
Married	74.6
Single with children	11.9
Single with no Children	6.0
Divorced	7.5
Radio Ownership	
Yes	79.1
No	20.9
Television Ownership	
Yes	20.9
No	79.1
Ever Given Birth	
Yes	94.0
No	6.0
Position in the Household	
Head of Household	9.0
Spouse of Head of Household	74.6
Child with age over 18 years	11.9
Relative of Head of Household	4.5

The table 1 above shows characteristics of women who were interviewed about the effect of media on contraceptive use. Some of the social and demographic variables that are often associated with contraceptive behavior and media habits were used including; age of the woman, her level of education, family size, religious affiliation as some of the religion/denominations campaign against use of contraceptive use, marital status and the position of the respondent in the household as it influences decision making. Only women of reproductive age were involved in the study, mostly with primary education and a family of less than five people. The interviewed women were either Muslims or Christians 86.5% of all of them married or single mums and about 75% of all being spouses. Majority receive media news via radio followed by TV.

It was of interest to this study to assess women's recent exposure to family planning messages in the media, as measured by their recall of these messages. All respondents agreed to ever hear about contraceptive. In table 2, it is shown sources of the heard contraceptive messages include radio, television and clinics, and radio always being accessible media to almost all respondents.

Table 2: Source of Contraceptive Information and Media always accessible (n=67)

Media	Frequency	Percent
Source of Information		
Radio	41	61.2
Television	14	20.9
Clinics	12	17.9
Media always accessible		
Radio	53	79.1
Television	14	20.9

This result concurs with our first assumption that Contraceptive knowledge is closely associated with exposure to media messages about family planning. It also reveals the World Health Organization Report on Consultation on birth spacing (2012); which shows that media channels appear to have major impacts on contraceptive use. In less than three years, use of modern contraceptive methods nearly doubled in most of sub-Saharan countries due to promotion of contraceptive use through multimedia.

Likewise, in the year 2010 the Contraceptive prevalence (% of women ages 15-49) in Tanzania was reported to be 34.40% in which about 21.5% of the total percent is due to media promotions while the rest percent is due to Health education services (TDHS,2010).

The results shows that use of condom and oral contraceptives are highly adopted by most of the women in the study area due to the reason that their mostly promoted through media which area mostly accessible to the people hence reveals the assumption that women who recall messages in several media promoting family planning methods are exposed to a higher dose of family planning (Contraceptive use) information and are more likely to adapt than those exposed to only a few or no media sources that could promote women contraceptive use (Charles, 2012).

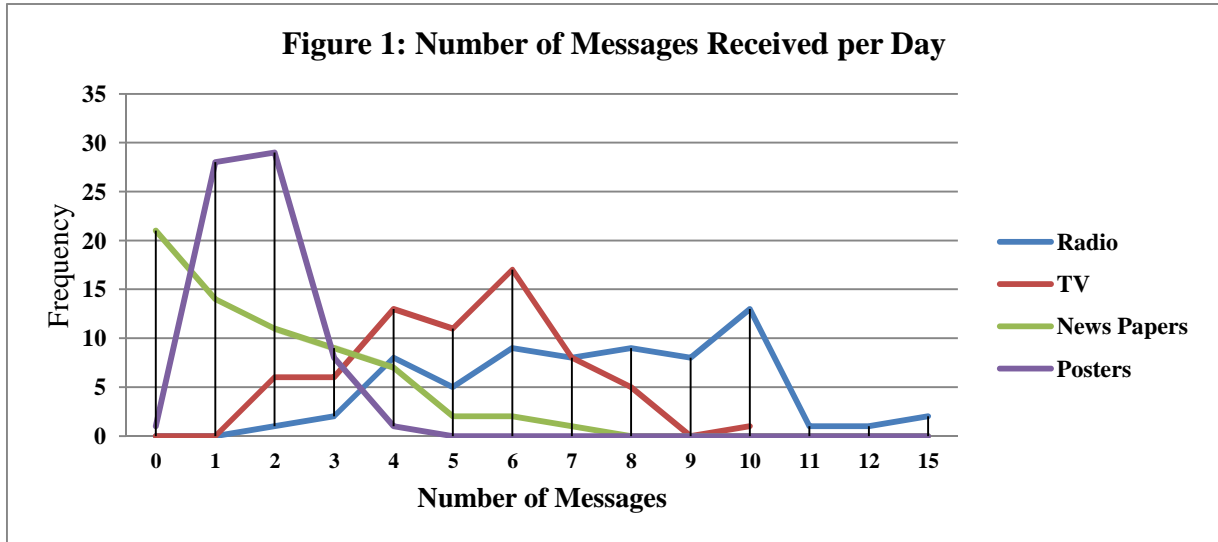
The most common way used by media in promoting contraceptive use was reported to be audio serial drama used by radio to promote contraceptive use while video drama was mostly used by television, printed articles was mostly used in newspapers while printed materials was used by posters to promote women contraceptive use as shown in Table 3. This is to say since the most used media is radio and posters this means the common approach is audio serial drama and printed materials this is also imply why most of the people adopted use of condom due to the reason that it is highly promoted through these approach which seems to be influential, understandable and adaptable to most of the people in the study area.

Table 3: Ways used to promote contraceptive use through Radio, Television, Newspaper and Posters (n= 67)

Media and Way of promotion	Frequency	Percent
Radio		
Audio serial drama	44	65.7
Logo campaign	23	34.3
Television		
Advertising service sites	8	11.9
Video drama	36	53.7
TV health program	23	34.3
Newspapers		
Printed articles	41	61.2
Advertising service sites	25	37.3
Logo campaign	1	1.5
Posters		
Printed materials	45	67.2
T-shirt	7	10.4
Advertising service sites	15	22.4

Of all women reached by the study and claimed to have heard about contraceptives through media, 58.2% women recalled hearing or seen a message about importance of contraceptives while 41.8 recalled messages to have been about different kinds of contraceptive and its uses.

It was also reported that most women receive more messages from radio followed by television as seen in the figure 1 below:



Descriptively average number of messages received though radio per day are 8 with a range of 13, through television are 6 with a range of 8, through newspapers are 2 with a range of 7 and through posters are 2 with a range of 4 messages.

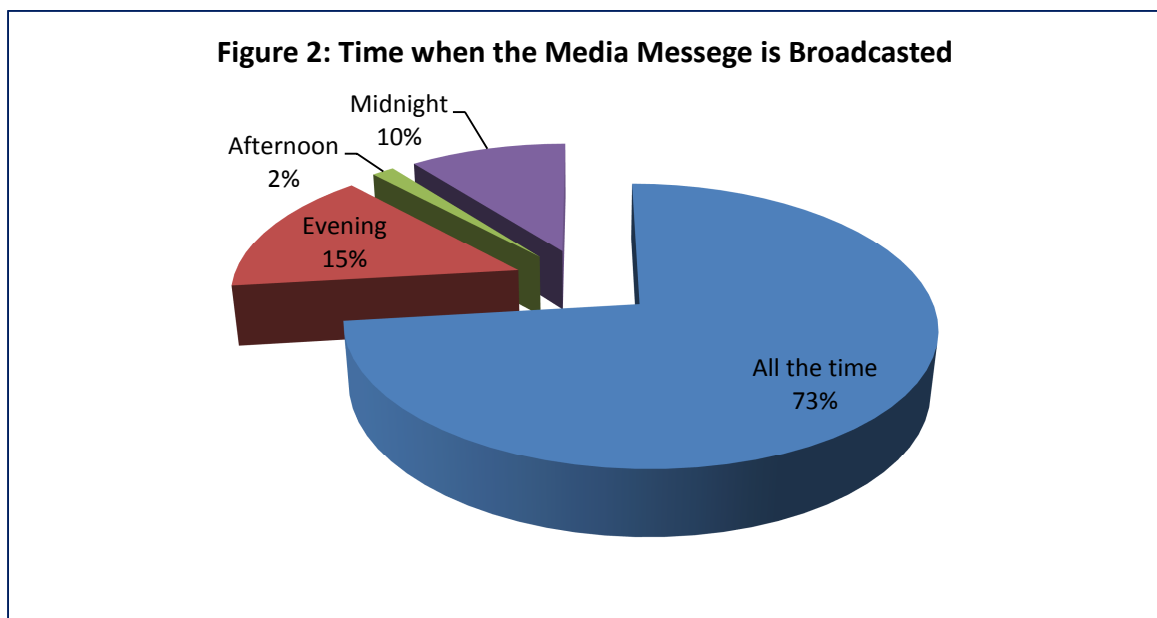


Figure 2 shows, most respondents reported to have heard contraceptive messages most of the time and others in the evening. Again the respondents were asked if information from the media are well covered to variety of content and 89.6% (60 people) said yes and they trust the media information while 10.4 percent (7 people) said they don't trust the media information. These women were also asked if the media information provided enough knowledge on contraceptive use and 86.6 percent said yes while 13.4 percent said knowledge is not enough.

The discussion also revealed that promotion through radio covered mostly use of condoms (86.6%), oral contraceptives (11.9%) and injectable contraceptives (1.5%), while contraceptives promoted by television were seen to be oral contraceptives (47.8%), use of condoms (23.9%) tubaligation (17.9%) and injectable (10.4%). For those advertised by newspapers oral contraceptives (46.3%) was leading, followed by injectable and condoms (19.4%) tubaligation (13.4%) and IUD (1.5%), while for posters main advertises condoms (88.1%) oral contraceptives (9.0%) and IUD (3.0%)

4 CONTRACEPTIVE BEHAVIOR CHANGE

Contraceptive knowledge and use were closely associated with exposure to media messages about family planning that is women who recall many messages from the media promoting family planning methods are exposed to a higher dose of family planning (Contraceptive use) information and are more likely to adapt than those who receive single or only few contraceptive messages. This is in line with the results that 82.1% of the women of reproductive age in the area adopted contraceptive use due to media information as a fact that multiple media sources of information on contraception reinforce one another and extend the reach of a family planning campaign. Complementary messages may help to create an environment where the practice of contraception is perceived as a social norm while also most of the people receive enough contraceptive messages from radio.

Information from key informants (media staff) from the study area shows that more than 20 contraceptive messages are disseminated per day with no regard to the time that is the same messages are disseminated at the morning, afternoon, evening and at the midnight hence any time person exposed to media could get enough contraceptive messages. They also said that they always promote information concerning about importance of contraceptives, how to use contraceptives as well as different kind of contraceptives and its uses.

Results show that 55 (82.1%) respondents adopt contraceptive use due to media information while 12 (17.9%) respondents did not adopt any contraceptive use after heard its information from media. Media information provide enough contraceptive use knowledge that influence people to change their attitude toward contraceptives hence adapt it, in this case the contraceptive information from the media is enough to influence people to adapt any of the contraceptive method.

The adoption of a Contraceptive use behavior from media begins with acquiring knowledge about it, followed by developing a positive attitude toward it, making the decision, implementing it, and finally by confirming or maintaining the behavior as also shown in Diffusion of innovation model (Jato, 2010).

In this case those respondents who adopted contraceptive use seems to acquire enough contraceptive knowledge from media they develop positive attitude toward it, deciding, implementing it hence maintaining the behavior but those 12 respondents seems that they acquire contraceptive knowledge but they either fail to understand it or they develop negative attitude toward it hence fail to adapt it. Moreover the use of multiple media is considered the best strategy for extending the reach of the message to a large audience and for reinforcing its effects not only that but also a dose-response effect exists between the extents of exposure to family planning messages that a person experiences (Charles, 2012).

Most of the people heard about contraceptive use from radio, television while few respondents heard it from clinics/health hence chi-square analysis conducted to identify the association exist between multimedia and women contraceptive use. Results show that there is strong association between multimedia and women contraceptive use at $p < 0.001$ as most of the people who adopted contraceptive use heard it from media that is Radio and Television and the mostly contraceptive method adopted was use of condom in which about 32 (47.8%) respondents adopt use of condoms while it was also the mostly contraceptive method promoted (Table 4).

Table 5: Number of women adopted contraceptive as per source of information (n= 67)

Source of contraceptive information	Number of women adopted contraceptive use as per source of information
Radio	41
Television	14
Health centre/clinics	12

Since acquiring knowledge about family planning method is an important step towards gaining access to and then using a suitable contraceptive method in a timely and effective manner but most of women in reproductive age lack access to effective contraceptive services. Through lack of knowledge, lack of information, lack of supply on effective family planning

services even though different media disseminate information about a number of family planning methods but in this case most of women gain knowledge and information on effective contraceptive use hence adopt it. Results show that most of the people change their attitude from negative to positive hence adopt contraceptive use while few of them said that media information increase knowledge, awareness and choices on contraceptive use as shown in Table 5.

Table 6: Ways in which media information affects Women contraceptive use (n= 67)

Way in which Respondent affected	Frequency	Percent
Increase choice of contraceptive use	6	9.0
Increase knowledge on contraceptive use	8	11.9
Increase of awareness on contraceptive use	2	3.0
Changing attitudes on contraceptive use	16	23.9
Adapting contraceptive use	35	52.2

As most of the people affected by media information by changing their attitudes from negative to positive hence adapting contraceptive use it show that there is strong association between multimedia and women contraceptive use. This result reveals the notion that becoming a regular user of modern contraception is a gradual and complex process. Few women adopt contraception immediately upon exposure to information about family planning but continued exposure to similar messages through different media channels changes knowledge and attitudes and helps to create a climate in which family planning is perceived as a social norm (Charles, 2012).

5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

5.1 CONCLUSIONS

The study established that women in Arumeru area had access to media sources on family planning messages that was associated with increased contraceptive use.

Radio and Television were mentioned as sources of contraceptive information whereby about 82.1% of all respondents adopt contraceptive use due to the media. Audio serial drama and Video dram are also mostly mentioned as ways used by radio and television to all the time promote contraceptive uses. The study revealed that contraception use is a gradual and complex process. Few women adopt contraception immediately upon exposure to information about family planning. Yet continued exposure to similar messages through different media channels changes knowledge and attitudes and helps to create a climate in which family planning is perceived as a social norm.

Most of the people in the area changed their attitude from negative to positive to adopt contraceptive use while few of them said that media information increased knowledge, awareness and choices on contraceptive use. Generally, the results show that there is a strong association between multimedia and women contraceptive use.

5.2 RECOMMENDATIONS

The association between single message and single media source and impact is also contradicted by the gap between exposure and practice. Additional research is needed to determine how to meet women's information needs most efficiently and how to provide a continuous flow of information that is lively and interesting.

Since contraceptive use often entails a lengthy process of information-seeking, decision-making, and continued use requires regular reinforcement and renewed commitment. Thus, scattered family planning messages and short-lived campaigns are unlikely to provide adequate support to current or prospective contraceptive users therefore media should ensure that contraceptive information is sustainable and attainable all the time when needed.

Since audio serial drama and Video dramas are mostly used to disseminate contraceptive information through radio and television respondents suggests that media should design more influential way of disseminating contraceptive use so that it could increase rate of understanding, knowledge awareness hence adoption of contraceptive methods.

Newspapers and Posters should increase the extents of information in terms of content of the message so that people could get enough contraceptive messages that could be potential to them for adoption of contraceptive use.

REFERENCES

- [1] Charles, F. (2012). *Unmet Need for Modern Contraceptive Methods*. DHS Analytical Studies No.28. Calverton, Maryland, USA: ICF International.
- [2] Jato, M. N. (2010). The impact of multimedia family planning promotion on the contraceptive behavior of women in Tanzania, *International Family Planning Perspectives*.
- [3] TDHS (2010). Tanzania Demographic and Health Survey: National Bureau of Statistics, Dar Es Salaam, Tanzania.
- [4] Mackenzie, H., Drahota, A., Pallikadavath, S.W. and Dean, T. (2011). What kind of family planning delivery mechanisms increase family planning acceptance in developing countries? A mixed method Systematic Review.
- [5] Mwaikambo, L., Speizer, I.S., Schurmann, A., Morgan, G. and Fikree, F. (2011). What Works in Family Planning Interventions: A Systematic Review, *Studies in Family Planning*, Vol.42 No. 2
- [6] URT (2012). Population and Housing Census. National Bureau of Statistics Ministry of Finance, Dar Es Salaam Tanzania.
- [7] URT (2010). National Family Planning Costed Implementation Program 2010-2015, Reproductive and Child Health Section: Ministry of Health and Social Welfare, Dar Es Salaam Tanzania.
- [8] USAID (2012). Unmet Need for Modern Contraceptive Methods. Office of Population Research: Princeton University, USA.
- [9] Westoff, C.E. (2012). The mass media and family planning in Tanzania, *International Family Planning Perspectives*.
- [10] WHO (2012). Report on technical consultation on birth spacing. Department of Reproductive Health and Research.
- [11] Ziad, W. (2010). *The Making of Pro-life Activists: How Social Movement Mobilization Works*: Oxford University Press.
- [12] Jato, M. N. (2010). The impact of multimedia family planning promotion on the contraceptive behavior of women in Tanzania, *International Family Planning Perspectives*.

CONFLICTING INTERESTS OF STAKEHOLDERS IN GOVERNING AND UTILIZATION OF FOREST RESOURCES: A CASE STUDY OF CHENENE FOREST RESERVE, BAHI, TANZANIA

J.B. Nkonoki, S.M. Msuya, and F.H. Mgumia

Environmental Planning Department,
Institute of Rural Development Planning,
Dodoma, Tanzania

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

ABSTRACT: This study explores the management of forest resources from perspective of rural communities and other stakeholders who use those resources in different ways for a wide variety of reasons. The purpose of this study was to identify and understanding key issues related conflicting interests of different stakeholders in governing and utilization of forest resources. The relationships between forest resources and people are mediated through institutions. Institutional arrangements shape resource access and control, and are fundamental to understanding patterns of stakeholders' interests. This study grouped stakeholders into three groups, which were regulators, facilitators and users with different interests with regard to conservation and use of forest resources. Combining a focus on securing livelihoods with rural community negotiating and decision making processes enables this study to discuss and analyze among different stakeholders which is a key to achievement of more equitable forest resource management and distribution of benefits. This study analyzed and understands conflicting interests of different stakeholders that take place within community as a result of governing, and utilization of forest resources.

KEYWORDS: Stakeholders, conflicting interests, governing, utilization of forest resources.

1 INTRODUCTION

Forest resource management is characterized by actors with multiple interests. Policies to conserve forest resources may further increase the competition, if the total amount of rural resources that can be extracted legally, declines. When resources are contested and/or restricted it is essential to establish collective management plans that consider different interests and mitigate conflicts among resource users (Gibson, 2005). Today, the involvement of the local people in forest resource conservation programs is to an increasing extent recognized as crucial in order to make collective forest resource management arrangements work (Kerr, 2002). Improved forest resource management does, however, not necessarily result in poverty eradication or vice-versa. The recent literature emphasize that while poverty eradication and environmental sustainability goals can be reconciled and trade-offs minimized, there is no simple relationship that brings benefits on both fronts (Barret *et al.*, 2005). Therefore, a core feature to engage the rural community in forest resource management and conservation is to draw special attention to the interests of the local community and how these differ from those of other stakeholders.

Community involvement in forest resource management embraces a wide set of terms which have been interpreted in many and diverse ways. The term "stakeholder" refers to a person or group with an interest in, in this case forest resources. In this study a more focused definition of "stakeholder" and/or responsibilities for forest resources, that formal forest institutions, rural communities and others may have concerning in a given forest or woodland forest. This approach recognizes both inter and intra community issues, and that within a community different stakeholder groups may have different interests in particular resources. The strength of that interest is determined by their power to negotiate. A discussion on stakeholder groups alone in forest resource management is relatively meaningless unless housed within the

wider context of social relations, and obligations that such groups have to others. This study divided the range of stakeholders by following groupings.

The state has strong role in forest resource management all over the country, permitting, or not, various forms of use to different groups, at different times, and sometimes without due consideration of the impact on other groups. Many individuals and community rights in Tanzania were extinguished or reduced to permit based systems during colonial and post-independence periods. There has been a historical focus on formal business- type, interests, which have tended to dominate those of rural individuals and community interests, since such interests accrue direct revenue to national economies. Structural adjustment and privatization are changing these, states are no longer able to properly manage forest resources, but need to enlist the support from both community and private sector (Bagachwa et al. 1995).

Some stakeholder groups are close to the resource, but may have little power or control over who uses or can use such forest resources. Other more distant stakeholders, such as urban dwellers and government policy making institutions, may have little direct interests in the resource, except as a source of, for instance, charcoal in the market, but they have economic power and administrative control over the resources out of all proportions to their proximity.

2 MATERIAL AND METHOD

2.1 DESCRIPTION OF THE STUDY AREA

Chenene Forest Reserve (CFR) is located in Bahi District, Dodoma Region at latitude 4° to 8°S and longitude 35° to 37°E. Bahi District is one of the six districts of Dodoma Region. Other districts are Kondoa, Chamwino, Dodoma Municipality, Mpwapwa and Kongwa. The headquarters of the district is located in Bahi ward which is 50 km away from Dodoma Municipality along the highway linking Singida and Dodoma regions. On the east, the district shares its boarder with Chamwino District and Dodoma Municipal; Kondoa district on the north, Iringa egion on the Southwest, and Manyoni District on the West. CFR is surrounded by four villages namely Babayu, Chenene, Mkondai and Mayamaya. Populations and households are shown in Table 1. The location of CFR is indicated in (Figure 1).

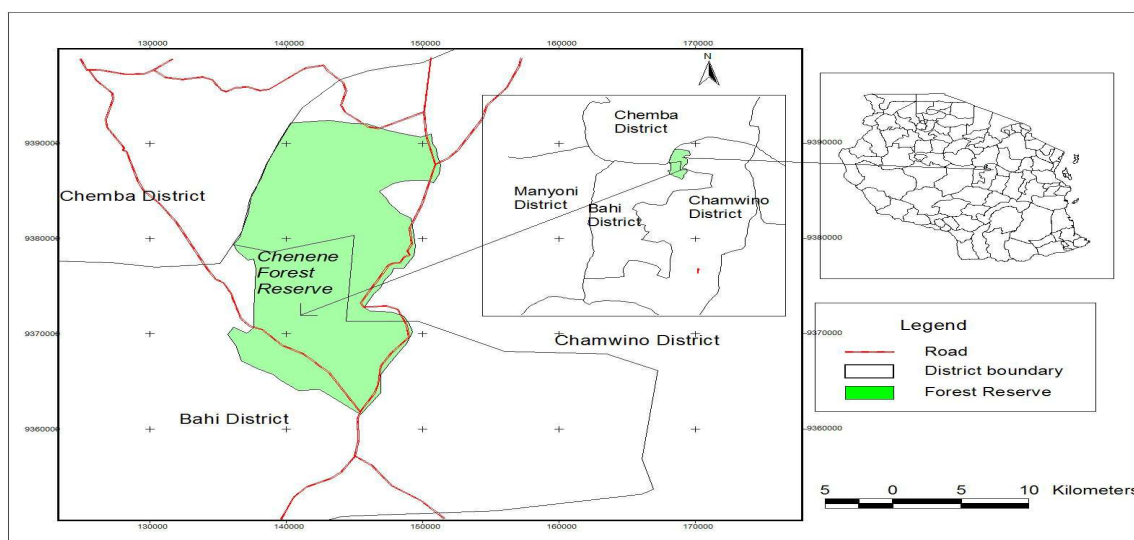


Figure 1: Location of Chenene Forest Reserve

2.2 DATA COLLECTION

Random sampling design procedure was used for selecting households to be included in the sample and village register was used as sampling frame. Two villages (Babayu and Mayamaya) were selected purposefully from four villages adjacent to CFR. The reason for selecting these villages is their closeness to CFR. The sample size was determined according to Boyd (1981) where the intensity of 5% was used to determine the sample households in each village. This sample is supported by

Bailey (1994) cited by Mbeyale (2009) and Akitanda (1994) who indicated that a sample of at least 30 units is sufficient irrespective of the population size. In total, the households from two villages were 16 862 and only 137 were selected for questionnaire interview. In addition, Participatory Rural Appraisal (PRA) was conducted for resources mapping and pairwise ranking and scoring was used to identify and prioritize stockholder's conflicting interests and power relations aiming at understanding behaviour of different stakeholders on forest resource management. Discussion with Village Environmental Committees (VECs) and key informants from different stakeholders were carried out. This involved District Council Director, District Natural Resources Officer (DNRO), and District Bee-keeping Officer (DBO). District Forest Officer (DFO), Ward Executive Officers (WEOs) and Village Executive Officers (VEOs). Other experts from Non Governmental Organizations and Traditional leaders dealing with conservation and development in Bahi District were also consulted.

2.3 DATA ANALYSIS

Content analysis technique was employed to analyze components of verbal discussion with key informants and information from Participatory Rural Appraisal (PRA) (Kajembe *et al.*, 2004). Both descriptive and inferential statistical analyses were carried out for quantitative data. Significant differences between categories and villages were judged based on Chi-square (χ^2) values at 5% level of significance. A statistical Package for Social Sciences (SPSS) computer software version 16 was used in analyzing the quantitative data.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 TYPES OF STAKEHOLDERS INVOLVED IN GOVERNING AND UTILIZATION OF CFR, BAHI, TANZANIA

The study identified various types of stakeholders who were involved either directly or indirectly in governing and utilization of CFR. By combining interests and powers using a matrix diagram, stakeholders involved in the use and management of CFR were grouped into three categories namely regulators, facilitators and users (Table 1).

Table 1: Categories of stakeholders, their interests and power relations in CFR

Stakeholder	Category	Interests and power of stakeholder
The Forestry and Beekeeping Division (FBD)	Regulator	Executive power, issuing permit to increase revenues (royalties),
The regional secretariat	Regulator	Advocacy on sustainable use of forest resources
Bahi District Council	Regulator	Management and administrative role, tax collection from forest products
Village Environmental Committees (VECs)	Regulator	Law enforcement
Village governments (VG)	Regulator	Law enforcement
Tanzania Forestry Research Institute (TAFORI)	Facilitator	Research (Permanent Trial plots)
DONET	Facilitator	Provide environmental education
MIGESADO	Facilitator	Provide environmental education
CARE Tanzania	Facilitator	Funding of development activities
Prisons (Msalato and Isanga)	Users	Subsistence use
J.KT (Makutupora)	Users	Subsistence use
Community	Users	Subsistence use
Individuals (Business men)	Users	Subsistence and commercial use

Generally, it was noted that regulators were interested and powerful on issues such as executive, issuing permits and administrative. Facilitators on the other hand were responsible in facilitating advocacy, research, awareness raising and financial support. Commercial users were mainly important on trade of timbers, building poles and charcoal from the forest reserve while subsistence users harvested forest resources for domestic consumption.

3.2 AREAS OF CONFLICTING INTERESTS OF KEY STAKEHOLDERS

A list of key stakeholders falling into three categories of regulators, facilitators and users and their corresponding interests in forest resources in the study area is shown in (Table 2). Six areas of stakeholders conflicting interests over forest resources were identified and are given in (Table 3). In this study, most areas of conflicting interests of key stakeholders were defined in relation to forest resource management.

Table 3 shows the most important conflicting interests among stakeholders. These results compare well with the findings by Luoga *et al.* (2000) and Sjaastad *et al.* (2003) who found in their studies that the use of forest resources in Tanzania have resulted in conflicting interests among stakeholders. According to Barrow *et al.* (2002) understanding area of conflicting interests of stakeholders is important in developing strategies for sustainable management of forest resources. This is particular important when forest resources have commercial values.

Table 2: Areas of conflicting interests of key stakeholders at CFR, Bahi, Tanzania

Areas of conflicting interests	Key stakeholders conflicting interests
a. Competition in harvesting forest resources	Pole harvesters, timber harvesters, charcoal burners and traditional healers
b. Bee-keeping versus demand for commercial harvesting of forest products	Bee-keepers, pole harvesters, charcoal burners, timber harvesters, bee-keeping groups (BKGs)
c. Environmental conservation versus commercial needs of users	Poles harvesters, Forestry and Beekeeping Division (FBD), Village Environmental Committees (VECs)
d. Inequitable benefit sharing	Central government, Bahi District Council and VECs
f. Competition in proposing village by-laws	VECs, VG and Bahi District Council
g. Competition in revenue collection	Central government, Bahi District Council and VECs
h. Need to grazing versus water and forest degradation	Pastoralists, beekeepers, traditional healers and district council

3.2.1 COMPETITION IN HARVESTING FOREST RESOURCES

Table 3 and 4 show that forest activities of charcoal burning, poles cutting and timber harvesting were mostly done by male as opposed to female because they were considered as labour intensive and they were mostly performed for commercial reasons. Firewood collection was considered a female task and most firewood collectors were women. These results could be explained that forest activities in the study area were divided according to gender roles in the household's activities, a view that is also shared by Kessy (1998).

Competition in harvesting forest resources was a central area of conflicting interests between pole harvesters, timber harvesters, charcoal burners, firewood collectors and traditional healers (Table 2). A logical explanation for this was that tree species preferred for poles and timber were also preferred for charcoal burning, firewood and medicines. Traditional healers mentioned that *Zanha Africana* was harvested to cure diabetes. These results compare well with the findings by Mander and Breton (2006) emphasized that moimbo trees are widely used for medication. Some tree species including *Combretum molle*, *Grewia bicour*, *Xeroderris stulmanii*, *Vitex spp*; *Pterocarpus angolensis*, *Dalbergia melanoxylon* were harvested from miombo woodland forests for medicinal purposes, they were also valuable for timber, poles and charcoal burning. These results support the findings by Luoga *et al.* (2000) who observed that more than 80% of species that are used for charcoal production have other competitive uses. Kajembe *et al.* (2000) reported that harvesters of firewood, pole, timber and charcoal burners are always competing for same tree species for economic reasons.

Table 3: Forest activities by sex based on information from FGDs at CFR, Tanzania

Villages	Forest activities	Sex involved
Babayu	Timber harvesting	Male
	Poles harvesting	Male
	Charcoal burning	Male
	Firewood collection	Female; very few male
Mayamaya	Timber harvesting	Male
	Poles harvesting	Male
	Charcoal burning	Male
	Firewood collection	Female; very few male

Table 4: Forest activities by sex based on information from household survey at CFR, Tanzania

Resource	Babayu N = 79		Mayamaya N = 58		Overall N =137	χ^2	P
	Male	Femele	Male	Femele			
Poles	13 (16.5)	11 (13.9)	12 (20.7)	0 (0)	45 (32.8)	31.556	0.000*
Timber	6 (7.6)	5 (6.3)	10 (17.2)	3 (5.2)	24 (17.5)	14.423	0.013*
Charcoal	8 (10.1)	4 (5.1)	7 (12.1)	0 (0)	19 (32.8)	24.302	0.000*
Firewood	13 (16.5)	14 (17.2)	11 (18.9)	12 (20.7)	52 (38.0)	42.079	0.000*

Figures in brackets indicate percentages and those outside denote actual number of respondents

* Significantly difference at $p < 0.05$

3.2.2 UNSUSTAINABLE REMOVAL OF FOREST RESOURCES VERSUS FOREST MANAGEMENT

Unsustainable harvesting of forest resources was a central area of conflicting interests between regulators and facilitators versus users (Table 2). Regulators including Bahi District Council, Forestry and Bee-keeping Division (FBD) and Village Environmental Committees (VECs) were involved in conservation of CFR. It was further observed that Ddoma Environmental Network (DONET) and Miradi ya Gesi ya Samadi Dodoma (MIGESADO) had facilitated the Bahi District Staff and villages around CFR to form VECs and management plans for CFR. This shows that conservation of forest resources could not be exclusively dealt with regulators and users without support from facilitators.

3.2.3 BEEKEEPING VERSUS DEMAND FOR COMMERCIAL HARVESTING OF FOREST PRODUCTS

Deforestation of forest resources was a central area of conflicting interests between beekeepers versus pole harvesters, timber harvesters and charcoal burners (Table 2). The distribution of beekeepers and annual harvest of honey is given in (Table 5) indicates that households involved in beekeeping were not significant different across the study villages with ($\chi^2 = 2.083$; $p = 0.837$). Beekeeping was mostly undertaken by male as opposed to female due to hard tasks associate with the activity.

Table 5: Distribution of beekeepers and annual harvest of honey at CFR, Tanzania

Village name	Involved in beekeeping		Amount of honey harvested (litre) per household per year
	Yes	No	
Babayu (n= 79)	17 (21.5)	62 (78.5)	27
Mayamaya (n= 58)	9 (15.5)	49 (84.5)	9
Total (N = 137)	26 (18.9)	111(81.0)	36
Statistical test	$\chi^2 = 2.083$; $p = 0.837$ NS		
Average litre/hh/year			18

Figures in brackets indicate percentages and those outside denote actual number of respondents

NS = not significant ($p > 0.05$)

Beekeepers 18.9% were interested with CFR because the ecosystem provides bee forage, hives and places for hanging hives. Beekeepers were complaining that unsustainable poles harvesting, timber harvesting and charcoal burning were associated with deforestation of forest resources in CFR. This situation was mentioned as major factor that had contributed in reducing bee forage, shade and places for hanging hives. Estimates indicate that 18 litres of honey per household were harvested during 2010/2011. This amount was observed to be little when compared to about 25 litres of honey per household that were harvested in 10 years ago indicated in URT (2009) that forest resource deforestation negatively affects a wide range of socio-economic and environmental processes. The study established that beekeeping using traditional technologies had caused deforestation around the villages, thereby triggered conflicting interests between beekeepers versus pole harvesters, timber harvesters and charcoal burners (Table 3). The construction of bark and log beehives were mainly dependent on the tree barks removal and logs harvesting. Around 56 modern beehives and 438 traditional hives were reported in CFR (URT, 2009). This show that in the study area most of beehives were made of logs or tree barks, suggesting that a lot of trees preferred for poles, timber and charcoal were felled or debarked to make beehives. Removal of tree barks in the long run results into dying up of the whole tree, an observation that is reported by Liwenga and Masao (2009).

The study revealed that District Council Forest Officers, DONET, MIGESADO and Afri-Care Tanzania were interested in raising awareness to beekeepers to adopt modern methods for biodiversity conservation and livelihood improvements. However, haphazard honey collection was still ongoing in the study area. Honey collection by felling down trees using smokers to chase away bees was common phenomena. Honey found in tree holes was free for any one and was harvested during the day. They used axe for cutting and chopping the trees with honey in holes and smoker for chasing away bees during harvesting. This situation was complained by forest officers, DONET, MIGESADO and Afri-Care Tanzania as it increased rate of deforestation and incidences of fires. Two types of forest fires caused by traditional honey harvesting were reported in Babayu village. Discussion with beekeeping groups revealed that lack of effective beekeeping extension services was a major reason, which had contributed in many of beekeepers to continue using traditional methods.

3.2.4 ENVIRONMENTAL CONSERVATION VERSUS NEEDS FOR COMMERCIAL HARVESTING OF FOREST PRODUCTS

The distribution of pole harvesters from different sources (Table 6) indicates that households involved in pole harvesting were not significant difference across the study villages with ($\chi^2 = 5.921$; $p = 0.015$). Pole harvesting mainly undertaken by male as opposed to female due to hard task associated with the activity. Majority of respondents 61.1% reported that the main source of poles harvested was CFR.

Discussion held with village Environmental committees (VECs) revealed that for a long time communities residing adjacent to CFR including Babayu and Mayamaya had been relying on commercial harvesting of poles (milunda) for their survival. This was due to the fact the area is semi- arid and hence no enough rainfall for farming. Similar results have been reported by URT (2009) that most parts of Bahi districts experience low rainfall and hence unsuitable for agriculture.

Table 6: Variables expressing interests for commercial harvesting of poles of at CFR, Bahi, Tanzania

Location for poles	Villages		Overall N = 137	Mean score
	Babayu n = 79	Mayamaya (n=58)		
Farms	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3.84
Woodlands	23 (37.93)	35 (64.30)	58 (42.34)	4.08
Forest Reserve	35 (60.34)	44 (55.70)	79 (61.1)	2.62
Statistical test	$\chi^2 = 5.921$;	$p = 0.015$		3.49

*Figures in brackets indicate percentages and those outside denote actual number of respondents
NS = not significant ($p > 0.05$)*

A ban for harvesting poles (milunda) was issued by the government of Tanzania since 2004 after realization that unsustainable commercial harvesting of poles has threatened CFR. Surrounding communities were permitted to harvest poles for subsistence purposes only. This situation coincided with the needs for conservation of forest reserve with the commercial needs of users. These present conflicting interests between Bahi District Council, DONET, MIGESADO and VECs against commercial users of poles regarding strict conservation interests that aimed to protect nature by prohibiting human utilization of the ecosystem (Table 2). According to Kajembe *et al.* (2004) conflicting interests between stakeholders that rise in this form demonstrates a force for positive social change; whereby a society is adapting to a new political, economic and physical environment.

3.2.5 INEQUITABLE BENEFIT SHARING

The results in (Table 2) indicated areas of conflicting interests among Village Environmental Committees (VECs), Bahi District Council and Central government on inequitable benefit sharing. The VECs in Babayu and Mayamaya villages were complaining for poor transparency on benefit sharing from conservation of CFR although they had access to forest resources for subsistence use. This situation had caused VECs to be demoralized to organize patrols in CFR.

3.2.6 ILLEGAL ACTIVITIES VERSUS LAW ENFORCEMENT

The study revealed that illegal harvesting of forest products from CFR were major areas of conflicting interests' between Bahi District Council Forest Officers, VECs against pole harvesters, charcoal burners and timber harvesters (Table 2). This was

due to the fact that illegal harvesting of forest products were associated with either confiscation of working gears and forest products, fining or both, arguments are also indicated in the URT (2002 and URT (2003).

3.2.7 COMPETITION IN PROPOSING VILLAGE BY-LAWS AND MANAGEMENT PLANS

The study revealed that at village level, VECs were subordinates to Village Governments (VGs) and they were among the VGs committees on matters related to natural resource management as well as management of CFR respectively. It was found that in the study villages where there both forest workers and VECs, there were conflictive relations about the power of the VECs in revenue collection and proposing by-laws (Table 2). A plausible explanation reason for this was that both of them claimed to have the rights in revenue collection from forest resources and proposing by-laws. This shows that overlapping mandate regarding resource management had caused conflicting interests between District Council, VECs and Central Government. These finding are similar to Kajemebe *et al.* (2004), Brokaw (2006).

3.2.8 COMPETITION IN REVENUE COLLECTION

The relationship between Central Government, District Council and VECs from forest resources was conflictive (Table 2) The Central Government was highly interested in revenue collection from its natural resources including CFR. The revenue was important to run development activities in the country. It was found that Bahi District Council lacked direct control over CFR and it was owned by Central Government. Also, the management of CFR was under Bahi District Council.

According to key informants' interview, district council workers were complaining that they lacked direct control over commercial users and they were controlled directly by the FBD. This situation was considered by District Council as a measure to deny district revenue and the same time causing conflicts with VECs which are responsible with patrols against illegal activities.

3.2.9 NEED FOR GRAZING LIVESTOCK VERSUS WATER AND FOREST DEGRADATION

Table 7 shows that pastoralists had conflicting interests with traditional healers, beekeepers and District Council Forest Officers due to grazing livestock in the forest reserve.

Table 7: Percentage households grazing livestock in CFR, Bahi, Tanzania

Villages	Households grazing in CFR	Satistical test χ^2	p- value
Babayu (n = 79)	43 (54)	117.630	<0.0001*
Mayamaya (n = 58)	28 (48)		
Overall (N=137)	71 (52)		

Figures in brackets indicate percentages and those outside denote actual number of respondents

* Statistically significant ($p < 0.05$)

The distribution of pastoralists interested to grazing their livestock in CFR is given in (Table 7) indicates that households involved in livestock keeping were significantly different across the villages with ($\chi^2 = 117.630$; $p < 0.0001$). Majority of the respondents 52% claimed that they graze their livestock in CFR. Grazing of livestock in CFR was blamed by other users for causing degradation of water bodies and forest resources. Furthermore, livestock grazing was a central area for conflicting interests between traditional healers, District Council Forest Officers and VECs (Table 1). Tradition healers were complaining that over grazing in forest reserve had resulted in disappearance of some herbal species, while district council and VECs complained on degradation of water bodies and forest resources in the reserve. These results are in line with FAO (2007) argued that continued grazing in forests reduces the ability of those forests to regenerate.

3.3 POWER RELATIONS AMONG STAKEHOLDERS ON MANAGEMENT OF CFR

The study identified three types of power relations which associated with socio-economic situation and institutional settings. These power relations embedded in stakeholders include strategic, institutional and structural power or domination. Similar findings were reported by Mbeyale (2009).

The existence of multiple force fields explains that power relations are diversified and that, for example, the relations between users and regulators can not be reduced to a general vertical model. Also at the local level, the socio-economic

divisions and power dynamics that are important differ according to the resources at stake. The different force fields and the modes of social political ordering have the consequences for the resulting forms of governance, power relations and space for action for the different parties involved. In some force fields people have much room for maneuver and are in powerful position vis-à-vis others in relation to certain resources, while others have little individual influence (Maganga, 2002; Nuijten, 2005).

The concept of force fields help us to analyze the weighting of different kinds of social political networks, the influence of law and procedures, the role of formal organizational structures, the role of discourses and different positions of power. In any force field, particular forms of dominance, contentions, and resistance develop, together with certain regularities and forms of ordering. In this view, the pertaining of organizing practices is accompanied by the distinction of different social stakeholders with specific roles, different access to resources and with different rights. This is closely related to forms of inclusion and exclusion of social political categories. This also explains that organizing practices are related to the development of "structures of feelings" (Nuijten, 2005). The reflective talk, self-reflection and dialogues reflect power relations and continuous active engagement of social stakeholders with the world around them (Tsing, 1991).

3.3.1 POWER RELATIONS ASSOCIATED WITH SOCIO-ECONOMIC SITUATION

The study revealed that community members sought and sustained their livelihoods by relying on the forest resources from the reserve. This necessity forms a plausible basis about inherent strivings for strategic power for their own sake. Factors such as wealth status and division of labor were identified to influence the relative imbalances of community strategic and structural powers to access and control of forest resources from CFR.

Forest resources are pivotal to livelihood strategies, resource users try and secure certain rights. As a result a range of rights exist in many societies, as well as reserved grazing in many pastoralist societies. It is clear, therefore, the decline in availability of and access to natural resources is likely to affect segment of a population in a different ways, and those using the resources for subsistence are likely to be most affected (Arnold,1992).

WEALTH STATUS

The study indicated that users had the right to use and harvest forest resources. The majority of respondents in Mayamaya (42.3%) and Babayu (57.7%) villages reported that wealthier people had conducted illegal harvesting of forest resources for sale. The argument given was that wealthier people used money as strategic power to have more access to forest resources illegally. These results imply that wealth status increases power imbalance in accessing forest resources. Similar findings had been reported by Mbeyale (2009). This reflects that less powerful individuals are more likely to adhere to the rules and regulations regarding access to resources and sustainable management.

DIVISION OF LABOR IN THE HOUSEHOLD

About 80% of respondents reported that at the household level women were responsible for firewood collection for domestic use while men were involved in income generating activities such as charcoal making, pole trading and pit sawing activities. The decision making on what to do was dominated by the head of the household in which case most of them are men. This indicates that in the study area household labor was structured by household power relations which based on hierarchical family relations.

3.3.2 POWER RELATIONS ASSOCIATED WITH INSTITUTIONAL SETTING AND PRACTICES OF STAKEHOLDERS

The results on relations between stakeholders in the use and management of CFR show that stakeholder' relations took the form of strong relation, weak relation, relation cut off and open conflicts. The results show that the District Council staff had strong relationship with councilors, WEOs and VEOs. This result can be interpreted that their relationships are associated with administrative hierarchy and powers. Also these stakeholders have domination power or asymmetrical relationship where the local level officials are subordinate to district leaders. These local leaders were vested with some institutional powers in supervising various activities at local level and service delivery activities that have impact on the management of forest resources. On the other hand councilors represent the communities to the District Council (Fig. 2). The village government leaders have institutional powers over natural resources that are found in their areas.

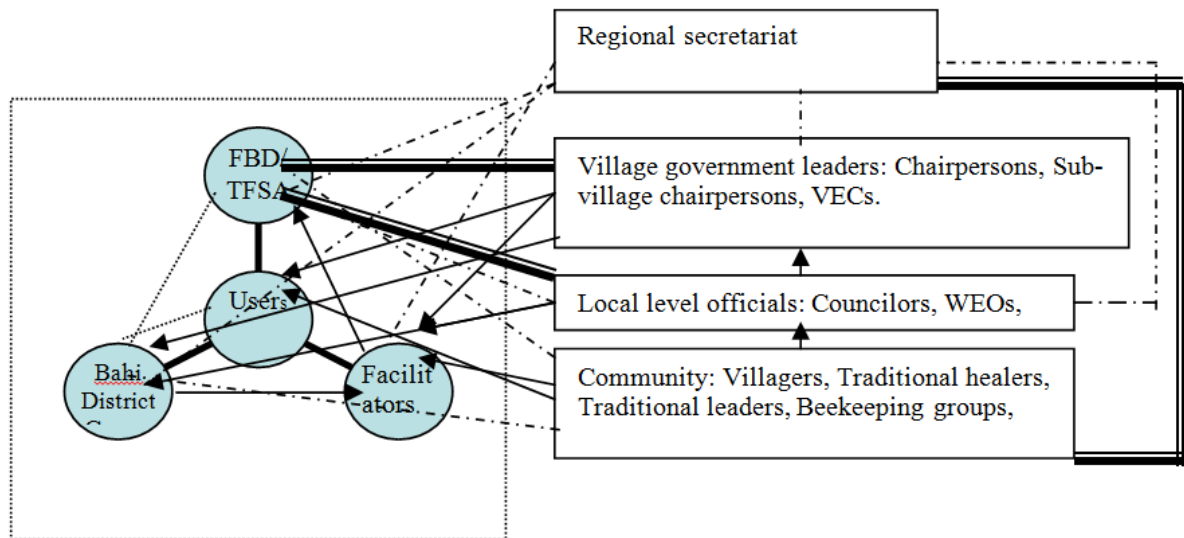


Figure 2: Power relations among stakeholders of CFR, Bahi, Tanzania

- Key:**
- Strong relationship
 - Weak relationship
 - - - Relation cut off
 - Conflicts

The results show that relationships between facilitators with the communities were strong. DONET, MIGESADO and CARE Tanzania facilitated the villagers to form VECs, beekeeping groups and training for sustainable conservation and management of CFR. The study shows that VECs were given institutional power in supervising forest resources and patrolling illegal activities. The relationships between District Council and Forest and Beekeeping Division (FBD) with regard to revenues were conflictive because the central government collected all revenues while the management of the forest was under the District Council. The study also reveals that commercial users had conflictive relations with District Forest Officers (DFO). Commercial harvesting of forest products requires obtaining a license and a permit for transportation. Forest officers at check points were responsible in controlling and monitoring forest products trade. The results also indicated that there was a weak relation between Regional Secretariats with District Council staff; this was contributed by the administrative hierarchy whereby the District Council staff was responsible to the District Executive Director (DED) in performing their duties and responsibilities. This implies that the DED has the institutional power to coordinate development activities of the district.

4 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The study established that various stakeholders were operating in CFR management. Stakeholders used forest resources for number of uses including harvesting of forest products, beekeeping, conservation and research. These multiple uses were sometime not mutually compatible and had resulted in conflicting interests between and among stakeholders. Stakeholders' conflicting interests were routed in institutional and economic standpoints which were among causes of loss and changes of forest vegetation cover in CFR. The changes involved selective cutting of trees, grazing livestock in forest reserve leading conversion of water bodies to grassland due to siltation and sedimentation of river channel. The study concluded that the conflicting interests in resource use were a major constraint to ensure sustainable management of CFR. From the preceded conclusion, the study recommended that most of the conflicting interests existed in the study area are regarding the use and management of forest resources resulted from sectoral management approach, therefore, a need for organizing a multi-sectoral consultative forum at least once every two years to ensure suitable management of forest resources in CFR is important for harmonizing existing conflicting interests and avoiding new ones that resulting from poor involvement of stakeholders at all levels to set out strategic objectives as well as developing integrated programmes and policies to implement those objectives. The forum will be an arena for facilitating active participation for stakeholders for creating high levels of awareness and understanding of various issues which face ecosystem in CFR.

REFERENCES

- [1] Akitanda, P.C. (1994). Local people participation in management and utilization of Catchment Forest Reserve. A case study of Kilimanjaro Catchment Forest Reserve, Tanzania. Dissertation for Award of Msc. Degree at Agricultural University of Norway, 56pp.
- [2] Bagachwa, M. S. D., Shechambo, F. C., Sosovele, H, Kulindwa, K. A., Naho, A. A. and Cromwel, E. (Eds.) (1995). Structural Adjustment and Sustainable Development in Tanzania. WWF and Economic Research Bureau, University of Dar-es – salaam. 210pp.
- [3] Barret, C.B., D.R., Lee and J.G. McPark (2005). Institutional Arrangements for Rural Poverty Reduction and Resource Conservation. *World Development* 33(2): 193–197.
- [4] Barrow, E., Clarke, J., Grundy, I., Kamugisha-Ruhombe, J. and Yeserach, T. (2002). Analysis of stakeholders' power and responsibility in community involvement in forest management in eastern and south Africa. *Forestry and Social Perspectives In Conservation* No. 9, IUCN Eastern Africa Programme. 117pp.
- [5] Brokaw, J. (2006). Issues in poverty reduction and natural resource management. Prepared by the Natural Resources Information Clearinghouse, an operation of chemonics international for the U.S. Agency for International Development's (USAID) Natural Resources Management and Poverty Reduction Offices, Washington DC. 60pp
- [6] Gibson, C.C., J.T. Williams and E. Ostrom (2005). Local Enforcenet and Better Forests. *World Developmemnt* 33(2): 273-284.
- [7] Kajemebe, G.C. and Mbwambo, J.S. (2000). The role of local institutions in biodiversity conservation: A case study of Udzungwa Mountains Tanzania. In: Proceedings of the workshop on 'Operationalization of forest policy' Opportunities and Challenges'. (Edited by Shemwetta, D.T.K. and Ngaga, Y.M). Sokoine University of Agriculture, Tanzania. pp. 36 – 56.
- [8] Kajembe, G.C., Shemwetta, D. T. K., Luoga, E. J. and Nduwamungu, J. (2004). Incentives for sustainable forest management: In: A perspective. Proceedings of the IFRI East African Region Conference (Edited by Shemwetta, D. T. K., Luoga, E. J., G. C. Kajembe and S. S. Madoffe), 12th January, 2004, Moshi, Tanzania. pp 80 – 91.
- [9] Kerr, J. (2002). Watershed Development, Environmental Services and Poverty Alleviation in India. *World Development* 30(8): 1387 – 1400.
- [10] Kessy, J.F. (1998). Conservation and Utilization of Natural Resources in East Usambara Forest Reserve. Conventional Views and Local Perspectives. Thesis for Award of PhD degree at Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 168 pp.
- [11] Liwenga, E.T. and Masao, C.A. (2009). The role of beekeeping on poverty alleviation and sustainable management of miombo woodlands of Tabora, Tanazania. In: Proceedings of the first Participatory Forest Management (PFM) Research Workshop.(Editted by Nshubemuki, L., Chamshama,, S.A.O., Mbwambo, L., and Balama, C.), 15 December 2008, Morogoro, Tanzania.
- [12] Luoga, E. J., Witkowsiki, E .T. F. and Ballkwill, K. (2005).Land Cover and Use Changes in Relation to the Institutional Framework and Tenure of Land and Resources in Eastern Tanzania Miombo Woodlands. *Journal of Environment, Development and Sustainability* 7: 71 – 93.
- [13] Mbeyale, G.E. (2009). The impact of institutional changes on the management of common pool resources in Pangani River Basin. A case study of Eastern Same Kilimanjaro, Tanzania. Thesis for Award of PhD Degree at University of Dar es Salaam, Tanzania. 307 pp.
- [14] Sjaastad, E., Chamshama, S.A.O., Magnussen, K., Monela, G.C., Ngaga, Y.M. and Vedeld, P. (2003). Securing Tanzania's Catchment Forest Reserves. Ministry of Natural Resources and Tourism, Dar es Salaam. 4pp.
- [15] URT (2002). The Forest Act No. 8 of 7th June 2002. Forestry and Beekeeping Division, Ministry of Natural Resource and Tourism, Dar es salaam, Tanzania. 174 pp.
- [16] URT (2007). Community-Based Forest Management Guidelines. Forestry and Beekeeping Division, Ministry of Natural Resources and Tourism, Dar es Salaam, Tanzania. 57 pp.
- [17] URT (2009). Bahu District Economic Profile. IRDP/ Bahu District Council. 255pp.

Etude quantitative des déchets produits par ménage en groupement de Bugorhe

Justin RUJAMIZI MULUMEKONE

Assistant à l'ISTD - MULUNGU, Province du Sud-Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The grouping of Bugorhe is one of 14 groupings which account cheffery of Kabare, in the east of the Democratic Republic of Congo. Following the war of 1994 which led to the genocide in Rwanda, Hutu were refugee in Bugorhe by setting up there their camps thanks to then undoubtedly High commissionership for Refugees (HCR). About the year 1997, it was it tower of the RDC with a war known as of release which used the soldier's Tutsi in order to reverse the capacity of Mobutu. With their arrived and their passage, all the camps of the Hutu refugees were destroyed and those last those which were likely to escape are directed in majority towards the National park of Kahuzi- Biega, a park located at the western part of the grouping of Bugorhe. With their arrived in the forest, unfortunately, the latter did not delay to leave the forest by causing acts of vandalisms to their hosts of yesterday who have nourishes them, sheltered them while killing, by raping the girls in the presence of their parents, their brothers, the moms in the presence of their husbands and in front of all the children, the fields cultivated by Congolese in end being collected by these same attackers, the peasants victims of these acts could not support and were obliged to move away in order to seek a place of takes refuge. Here is how the grouping of Bugorhe will be of a blow over-populated bus being crossed by the road Bukavu- Goma, but also sheltering the National Airport of Kavumu/Bukavu; the part being on both sides road is so much is made safe little and Being it much importance attaches to it. This being, the entity received a great number of moved interns, with this situation, waste multiplied as well as an anarchistic construction. After observation curiosity pushed us to make this study in order to account to us for the quantities of waste which produce the households but also the mechanisms of management of the latter in order to cleanse the medium. After study we noted that more than 60% of household more than one kg per week however produces the 100% of our surveyed confirmed that there is no public dustbin in this medium, that enables us to make a confirmation which it is possible to find by-here and by-there waste in small pieces where the peasants and even and especially at public places live. The sensitizing of the population on the management of waste as well as the adoption of a public dustbin as of other strategies would be a response to healthiness in grouping of Bugorhe

KEYWORDS: Quantitative study, domestic waste, grouping of Bugorhe.

RESUME: Le groupement de Bugorhe est l'un de 14 groupements que compte la chefferie de Kabare, à l'Est de la République Démocratique du Congo. Suite à la guerre de 1994 qui a conduit au génocide au Rwanda, les Hutu se sont réfugié à Bugorhe en y érigeant leurs camps grâce à l'appui sans doute du Haut-Commissariat pour les Réfugiés (HCR). Vers l'année 1997, c'était le tour de la RDC avec une guerre dite de libération qui a utilisé les militaires tutsi en vue de renverser le pouvoir de Mobutu. A leur arrivé et à leur passage, tous les camps des réfugiés Hutu étaient détruits et ceux qui avaient la chance d'échapper se sont dirigés en majorité vers le Parc National de Kahuzi- Biega, un parc situé à la partie ouest du groupement de Bugorhe. A leur arrivé dans la forêt, malheureusement, ces derniers n'ont pas tardé de quitter la forêt en causant des actes de vandalismes à leurs hôtes d'hier qui les ont nourrit, les ont abrité en tuant, en violant les filles en présence de leurs parents, de leurs frères, les mamans en présence de leurs maris et devant tous les enfants, les champs cultivés par les Congolais pour en fin être récoltés par ces mêmes agresseurs, les paysans victimes de ces actes n'ont pas pu supporter et ont été dans l'obligation de s'éloigner en vue de chercher un lieu de refuge. Voilà comment le groupement de Bugorhe sera d'un coup surpeuplée car étant traversé par la route Bukavu- Goma, mais aussi abritant l'Aéroport National de Kavumu/Bukavu, la partie se trouvant de part et d'autre de la route est tant soit peu sécurisée et l'Etat y attache beaucoup d'importance. Ceci étant, l'entité a reçu un grand nombre de déplacés internes, avec cette situation, les déchets se sont multipliés ainsi qu'une construction anarchique. Après observation la curiosité nous a poussé de faire cette étude afin de nous rendre

compte des quantités de déchets que produisent les ménages mais aussi les mécanismes de gestion de ces derniers en vue d'assainir le milieu. Après étude nous avons constaté que plus de 60% de ménage produisent plus de un kg par semaine pourtant le 100% de nos enquêtés ont confirmé qu'il n'y a pas de poubelle publique dans ce milieu, cela nous permet de faire une confirmation qu'il est possible de trouver par-ci par-là les déchets dans des petites parcelles où habitent les paysans voire même et surtout à des endroits publics. La sensibilisation de la population sur la gestion des déchets ainsi que l'adoption d'une poubelle publique ainsi que d'autres stratégies seraient une réponse à la salubrité en groupement de Bugorhe.

MOTS-CLEFS: Etude quantitative, déchets ménagers, groupement de Bugorhe.

1 INTRODUCTION

Les déchets sont un produit inévitable de l'activité humaine, dont le traitement est coûteux et difficile, bien qu'ils soient utiles (Roger BRUNET, 1992). Sa production est un phénomène qui est nuisible à telle forme de vie directement ou indirectement à la vie humaine. Ils détériorent constamment l'environnement de plusieurs façons (GEORGESCU-ROEGEN, N, 1995). Les villes génèrent aujourd'hui d'énorme quantité de déchets et cela en fonction de revenus. Dans les villes du monde en développement, il est estimé que 20 à 50% de déchets ne sont pas ramassés même s'il n'est pas rare que les administrations municipales consacrent jusqu'à la moitié de leur budget de fonctionnement à la collecte des ordures. En Indonésie par exemple, les milliards d'habitants des bidonvilles de Jakarta produisent chaque jour 12500kg d'ordures ménagères non traités qui sont déversées dans l'un de neuf fleuves côtiers qui se jettent dans la baie de Jakarta. Les entassements des ordures ménagères, non ramassées sont la cause la plus commune de l'obstruction des caniveaux de drainage des villes asiatiques et contribuent aux risques d'inondation et des maladies. Dans nombreuses villes de pays en développement, et particulièrement en Afrique, les déchets demeurent un problème même lorsqu'ils sont ramassés. Ces déchets peuvent avoir à long terme une répercussion lourde des conséquences et surtout irréversibles sur la santé humaine et l'environnement (WITAMWITENGA KILINGO Scholastique, 2009-2010). La croissance de la population urbaine et l'extension continuelle de l'espace occupé entraînent d'énormes difficultés dans la région de l'environnement, ainsi des nombreuses villes produisent des déchets dont elles ne peuvent pas se débarrasser. La gestion de déchets dans la plus part des Etats est reléguée au second plan alors que au même titre que la préoccupation de bonne gouvernance, le transport, l'éclairage public, la fourniture d'eau potable, la construction des infrastructures, la lutte contre les MST, IST et le SIDA, les déchets devraient faire l'objet d'une attention particulière. En effet, l'insuffisance de la collecte des déchets ménagers crée des dépôts sauvages qui ternissent l'esthétique urbaine et le déversement des ordures aux bords de routes et rend la circulation routière difficile. Le rejet des déchets dans les caniveaux obstrue le milieu récepteur qui conduit à des fréquentes inondations et génère certaines maladies dues à la propagation de germe (Joël Sotamerou, 2005). Le problème des déchets ménagers devient de plus en plus préoccupant en raison du caractère polluant, voire toxique dans certain cas. Certains d'entre eux sont difficilement dégradables et sont ainsi rémanents. De plus, le débordement des eaux de ruissellement dû pour la plus part de l'obstruction des caniveaux suit au stockage des déchets dans les canalisations, rivières, ruisseaux sur la voie publique est basé à des dégâts matériels et humains très importants. Dans certaines collectivités, les dépotoirs sont à ciel ouvert à côté des maisons. Ces différents dépotoirs constituent des réservoirs d'insectes nuisibles et des microbes responsables de plusieurs maladies mortelles, ce qui constitue des véritables problèmes de santé publique (OMS, 1994). Il est à noter que la République Démocratique du Congo produit annuellement environ 2,2 millions de tonnes de déchets dans sa capitale, la ville province de Kinshasa. Ces déchets sont constitués de 66% de matières organiques dans lesquelles, 94% sont des déchets végétaux et la majorité des feuilles mortes (PHILLIPE MAMBAZULA NGOMA). En province du Sud-Kivu par exemple, précisément dans la cité d'Uvira, les déchets sont générés régulièrement tout au long de l'année, cependant, les fruits et les amarantes sont saisonniers. Malheureusement, les déchets sont souvent associés à la détérioration de notre environnement et à des multiples risques pour la santé humaine. Le manque des poubelles publiques est une des causes déterminantes de la problématique de la gestion des immondices en République démocratique du Congo. Les maladies hydriques se manifestent dans presque toutes les zones de santé et occupe la troisième place après le paludisme et les infections respiratoires aiguës (IRA) (Division Provinciale de la Santé, 2003). En effet, des études conduites dans la ville de Bukavu, ont établi une corrélation élevée entre l'insuffisance et mesure d'assainissement et la résurgence de certaines maladies dites de mains sales dont le choléra, la dysenterie bacillaire, la fièvre typhoïde, les vers intestinaux, ceci en raison de la prolifération de certains vecteurs de maladies à savoir : Les rongeurs, les mouches, les moustiques, et autres insectes suite à une mauvaise gestion des déchets. Le groupement de Bugorhe qui est notre milieu d'étude n'est pas épargné de cette situation, surtout en cette période des atrocités en République démocratique du Congo en générale et dans sa partie Est en particulier, ce groupement étant traversé par la route Bukavu – Goma et abritant l'aéroport National de Kavumu/Bukavu regorge un grand nombre d'habitants qui souvent venaient s'installer à ce lieu soit pour y exercer leurs activités

commerciales, d'autres juste de passage en se préparant au voyage par voie aérienne ou alors obliger d'y rester pour raison de service. Avec la guerre du Rwanda qui a conduit au génocide, nous avons vu de groupes de rwandais hutu fouillant la guerre chez eux en 1994 et ont été reçu dans les différents camps de réfugiés sous la conduite du HCR. En 1997, le pays entre en guerre dite de libération qui a commencé à l'est et qui y a laissé des mauvais souvenirs tels que l'insécurité, la pauvreté..., c'est cette guerre qui obligé les hutu rwandais de quitter leurs camps pour aller plus loin dans le Parc National de Kahuzi-Biega, un patrimoine mondial regréant certaines espèces sauvages tant animales que végétales qu'ils ont détruit tel qu'ils le pouvaient. Etant ainsi, ils se détournèrent contre les paisibles paysans qui vivaient aux voisinages directes du parc jusqu'à aller même plus loin et à leur passage ils ne cessent de piller les biens des paysans au champ comme dans des maisons, de tuer soit au moyen de fusil, des armes blanches, de violer les filles et les femmes et ces actes sont fait envers un à un (membre de la famille attaqué) pendant que les autres membres de la familles sont obligé d'assister chacun en attendant son tour. Etant ainsi insupportable, la partie de la population victime qui était encore en vie, sera dans l'obligation de se déplacer dans un milieu chaque famille se dirigeant dans un lieu qu'il croit calme enquête de la sécurité. Voilà comment le groupement de Bugorhe sera d'un coup recevoir une grande population fouillant ces actes mais sans aucune préparation d'accueil préalable. Ce- ci étant, les immondices se multiplient du jour au jour, les maisons construites sans aucune norme urbanistique, le manque des informations suffisante sur la gestion de déchets font que le groupement soit dans un état d'insalubrité surtout le centre commercial du dit groupement qui abrite le grand marché du groupement, l'Eglise catholique de Kavumu ainsi que d'autres sectes et Eglises dite de réveille, à quelques mettre m'Aéroport et les camps de la MONUSCO ; toute ces infrastructures étant fréquentables par un déferlement des personnes, nous trouvons par ci par là des déchet un peu partout voire même sur la chaussé et dans le caniveau, conduisant ainsi au bouchage des caniveaux, qui à leurs tour déversent l'eau de pluie et la boue sur la chaussé et bloquant ainsi la circulation des personnes, des véhicules, les immondices en décomposition exaltants des odeurs nauséabondes ainsi que d'autres conséquences tant d'ordre sanitaires et environnementales qui peuvent en découler. Après avoir remarqué ce phénomène, il nous a fallu faire cette étude en vue d'avoir une idée sur ce que peut être la part de chaque ménage dans la production de déchets, mais aussi les mesure à mettre en place pour juguler cette difficulté.

2 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Le groupement de Bugorhe est l'un de 14 groupements que comprend la chefferie de Kabare, situé à plus ou moins 30km au nord de la ville de Bukavu, en province du Sud – Kivu à l'est de la RD Congo. Il est subdivisé en huit village dont : KAMAKOMBE, NYAMAKANA, KASHENYI, BUHANDAHANDA, BISHIBIRU, CIRANGA, CEGERA, CRSN/ LWIRO, quant aux saisons, il connait deux saisons dont une saison de pluie qui va de septembre en juin, soit 9 mois et une saison sèche de 3mois soit de Juin en Août. Il est limité au nord par le groupement d'Irhambi/ Katana, au sud par le groupement de Miti, à l'est par le groupement de Bushumba et Luhihi et en fin l'ouest par le Parc National de kahuzi-Biega. En 2006, sa population était estimé à 57234 habitants, en 2009 elle est passé jusqu'à 90339 et en 2014 elle prendra une allure impressionnante jusqu'à attendre 106313 âmes.

3 MATERIELS ET METHODES

Pour la réalisation de cette étude, nous avons fait recours à la méthode historique, qui nous a fait une idée sur la situation des d'assainissement du groupement de Bugorhe quand à la gestion des déchets et avec ça nous avons y a comparer cette situation à celle d'aujourd'hui, il s'en est suivi un questionnaire adressé à nos enquêtés a fait que nous ayons les points de vue des uns et des autres sur la gestion de déchets ménagers ainsi que les stratégies qu'il faut mettre en place en vue de trouver des solutions y relatives, mais tout ce- ci étant conduit par une observation du jour le jour.

3.1 REPARTITION DE LA POPULATION PAR VILLAGE

Tableau 1.

N°	VILLAGES	HOMMES	FEMMES	GARCONS	FILLES	TOTAL
1	KAMAKOMBE	3081	3164	8279	9068	23592
2	NYAMAKANA	3401	4190	5688	7441	20720
3	KASHENYI	1382	1875	2380	3385	9424
4	BUHANDAHANDA	219	2085	3290	3895	9489
5	BISHIBIRU	1563	1723	2685	3313	9284
6	CRSN/LWIRO	1308	1842	1475	1560	6185
7	CEGERA	1629	2479	3862	3883	11853
8	CIRANGA	2948	4514	3511	4793	15766
	TOTAL	15531	21872	31570	37340	106313

3.2 DETERMINATION DE L'ECHANTILLON

N'étant pas en mesure d'atteindre toute la population du groupement de Bugorhe, nous nous sommes servi de 110 personnes soit le 0,1% de la population totale.

Tableau 2. ECHANTILLON PAR VILLAGE

N°	VILLAGES	HOMMES	FEMMES	GARCONS	FILLES	TOTAL
1	KAMAKOMBE	3	3	9	9	24
2	NYAMAKANA	1	2	3	4	10
3	KASHENYI	0	2	4	4	10
4	BUHANDAHANDA	3	4	6	8	21
5	BISHIBIRU	3	4	4	5	16
6	CRSN/LWIRO	2	2	4	4	12
7	CEGERA	2	2	3	3	10
8	CIRANGA	1	2	2	2	7
	TOTAL	15	21	35	39	110

4 PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

Tableau 3. Niveau d'étude des enquêtés

N°	NIVEAU D'ETUDE DES ENQUETES	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	Primaire	22	20
2	Secondaire	57	51,81
3	Universitaire	23	20,90
4	Sans niveau d'étude	8	7,27
	TOTAL	110	100

Au regard des résultats ci-dessous, nous remarquons que de nos 110 enquêtés, 22 soit 20% sont du niveau primaire, 57 sur le total des nos enquêtés sont du niveau secondaire ayant obtenu un diplôme d'Etat, 23 personnes soit 20,90% ont un niveau d'instruction universitaire et en fin 8 personnes soit 7,27% n'ont pas été au banc de l'école

Tableau 4. Fonction des enquêtés

N°	FREQUENCE	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	Sans fonction	10	9,09
2	Etudiants	27	24,54
3	Agriculteur	43	39,09
4	Agent de l'Etat	17	15,45
5	Commerçant	13	11,81
	TOTAL	110	100

Il ressort de ce tableau que nos répondants étaient constitués en majorité des agriculteurs, un nombre de 43 soit 39,09% suivi, les étudiants étant à 27 sur les 110 enquêtés soit 24,54%, des agents de l'Etat à 17 soit 15,45%, des commerçants ; 13 soit 11,81% et en fin de chômeurs ; sans fonction 10 soit un pourcentage de 9,09%.

Tableau 5. Propos sur la production des déchets**PRODUISEZ-VOUS LES DÉCHETS ?**

N°	REPOSES	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	OUI	105	95,45
2	NON	5	4,54
	TOTAL	110	100

Il ressort de ce tableau que sur nos 110 enquêtés, 105 ménages soit 95,45% sont conscients de leur participation à la production des déchets dans leur milieu d'origine, tandis que 5 soit 4,54% ne reconnaissent pas qu'ils peuvent être acteur d'une production quelconque de déchet, ce qui n'est pas vrai car il n'est pas du tout possible de vivre sans produire le déchet, qu'importe sa quantité.

Tableau 6. Quantité de déchets produits/semaine et par ménage

N°	REPOSES	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	1-250gr	11	10
2	251-500gr	17	15,45
3	501-1kg	16	14,54
4	Plus de 1kg	66	60
	TOTAL	110	100

Au regard des données ci-haut énumérées, il est à noter que 11ménages sur nos 110 enquêtés soit 10% produisent par semaine une quantité des déchets estimés à 1 et 250grammes, 17ménages soit 15,45% produisent par semaine 251 à 500grammes, 16ménages soit 14,54% de la population produisent 501 à 1 kilos et en fin 66ménages soit 60% de nos enquêtés produisent par semaine plus de un kilogramme. Notons cependant que la plus part de ces déchets est constitué de déchets verts (salades, pelures de fruits) des eaux usées de cuisines et de toilettes, les ordures ménagères, provenant de la cuisine, les encombrants ménagers comme les électro-ménagers, des matelas. De tous ces déchets, ceux les ordures ménagères issues des produits champêtres sont visibles avec une proportion élevée que les autres, suivi des sachets et autres objets en plastique à usage domestique.

Tableau 7. Propos de l'existence ou pas des poubelles publiques dans notre milieu d'étude

N°	REPOSES	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	OUI	0	0
2	NON	110	100
	TOTAL	110	100

Sur nos 110 ménages, tout le monde soit le 100% de nos enquêtés confirme la non existence des poubelles publiques dans le groupement de Bugorhe, ce qui prédispose les paysans à jeter pêle-mêle leurs déchets polluant ainsi l'environnement et l'atmosphère et cela avec comme conséquence la présence des mouches et insectes qui à leur tour sont responsables de nombreuses maladies.

Tableau 8. Lieu de stockage des déchets par les ménages

N°	REPONSE	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	Dans une poubelle en famille	27	24,54
2	Pêle-mêle	25	22,72
3	Dans une poubelle publique	0	0
4	Dans un trou à ordure	43	39
5	Je les brûle moi-même	15	13,6
	TOTAL	110	100

Il ressort de ce tableau que 43 ménages soit 39% de nos enquêtés stockent leurs déchets dans les trous à ordure, 27 ménages soit 24,54% les stockent dans une poubelle familiale, 15 ménages soit 13,6% s'en débarrassent en les brûlant, aucune famille ne les dépose dans une poubelle publique car inexistante dans ce milieu et en fin 22,72% les jettent pêle-mêle dans la nature. Voilà ce qui explique la présence de ces derniers par-ci par-là, et suite à ce -la, les déchets produits et jetés en désordre dans la nature sont entraînés par l'eau de pluie vers la chaussé, obstruant ainsi les caniveaux, et déversant les eaux et la boue sur la même chaussé des routes d'intérêt public, bloquant ainsi la circulation des véhicule et des piétons, à la longue, ces routes deviennent impraticables interrompant ainsi la communication entre deux régions, un phénomène qui d'une manière ou d'une autre complique les échanges commerciaux entre les régions productrices et celles consommatrices. A part ces difficultés, il s'observe des conflits entre voisins car ces déchet font qu'après la pluie les eaux se dirigent dans des maisons et détruisent ces dernières ou alors emporter les objets rencontrés dans les habitations à leur passage. A part l'obstruction des caniveaux et la destruction des routes et des maisons, ses dernières après décomposition dégagent des odeurs nauséabondes suivi d'autres conséquences qu'ils peuvent causer tant pour la santé que pour l'environnement.

Tableau 9. L'existence de lois sur la gestion des déchets dans le milieu d'étude

N°	REPONSE	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	OUI	79	71,81
2	NON	31	28,18
	TOTAL	110	100

Nous référent aux résultats du tableau ci-dessus, nous constatons que sur nos 110 enquêtés, au moins 79 soit 71,81% confirment l'existence d'une loi dans leur milieu sur la gestion des déchets tandis que 31 soit 28,18% ne reconnaissent pas cette loi. Ce ci traduit l'insuffisance dans la sensibilisation et la promotion des règles d'hygiène de la part des chargés de l'assainissement dans le groupement de Bugorhe car certains connaissent cette loi pendant qu'il y a d'autres qui demeurent toujours dans l'ignorance.

Tableau 10. Les causes de non application de la loi sur la gestion des déchets à Bugorhe

N°	REPONSE	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	Insuffisance de sensibilisation	59	53,63
2	Incompétence des sensibilisateurs	22	20
3	Accroissement démographique rapide	18	16,36
4	Impunité de la part de l'Etat	11	10
	TOTAL	100	100

Malgré la connaissance de la loi par plus de 70% de la population, nous nous sommes rendu compte que les déchets sont toujours observables jetés en désordre, cela étant, il nous fallait palper du doigt cette contradiction et nos enquêtés se sont exprimé en montrant que d'une part il y a insuffisance de la sensibilisation de cette loi, c'est- à dire que la loi peut être connue mais tant qu'il n'y a pas de rigueur et stratégie de sensibilisation, la loi peut être connue sans produire les fruits

escomptés, cela été confirmé par un score de 59 enquêtés, soit 53,36%, 22 personnes soit 20% de nos enquêtés accusent l'incompétence des agents engagés dans l'assainissement du milieu, par contre, d'autres ont montré que Bugorhe est une entité qui grâce à son emplacement reçoit beaucoup des personnes en provenance d'autres coins du territoire ou de la province pour y exercer leurs activités commerciales et/ ou car la fonction professionnelle qu'ils occupent les oblige d'y rester soit pour quelque jours ou pour toute la vie, cela est surtout remarqué au centre commercial de ce groupement qui héberge le principale marché du groupement, les militaires de la FARDC (Force Armée de la République Démocratique du Congo), l'Aéroport national de Kavumu ainsi que les militaire de la MONUSCO

Tableau 11. La conscience de la population sur la manière de gestion des déchets à Bugorhe

N°	REPONSE	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	Les déchets sont bien gérés	19	17,27
2	Les déchets sont mal gérés	91	82,72
	TOTAL	110	100

Au vu de ce tableau, nous remarquons que la quasi-totalité de nos enquêtés, 91 sur 110, soit 82,72% sont conscient de la mauvaise gestion des déchets qui sévit dans cette région et seulement 19 personnes soit 17,27% de la population confirment une meilleure gestion des déchets dans le groupement de Bugorhe. Ce-ci prouve qu'avec une multiplicité des sensibilisations en rapport avec l'assainissement du milieu, cette population peut changer ses mauvaises habitudes et prendre sa responsabilité.

Tableau 12. Propos sur la connaissance des effets néfastes des déchets mal gérés par l'habitant de Bugorhe.

SAVEZ – VOUS QUE LES DÉCHETS MAL GÉRÉS CONSTITUENT UN DANGER POUR LA VIE DE L'HOMME ?

N°	REPONSE	FREQUENCE	POURCENTAGE
1	OUI	104	94,54
2	NON	6	5,45
	TOTAL	110	100

Il ressort de ce tableau que la quasi-totalité de la population du groupement de Bugorhe reconnaît que la mal gestion de déchets constitue un danger pour la santé des habitants ainsi que pour l'environnement ; 104 personnes soit 94,54% de nos enquêtés les confirment, par contre 6 personnes soit 5,45% ne reconnaissent pas que la mauvaise gestion est néfaste

5 CONCLUSION ET SUGGESTION

Tenant compte de résultats obtenus lors de cette étude, nous remarquons que la gestion de déchets est un défi à relever dans le groupement de Bugorhe et qui demande une urgence car cette la population ne cesse d'accroître dans ce milieu, et chacun veut à tout prix accéder à une parcelle où il doit ériger une case, mais aussi, les autochtones construisent des petites maisons pour le logement grâce auxquelles ils bénéficient de l'argent comme frais de loyer à ceux qui n'ont pas la possibilité de s'acheter une parcelle. Chose grave, il se crée une agglomération de maisons construites malheureusement sans aucune norme urbanistique et plus la population s'augmente, plus les déchets s'augmente à son tour et car il n'est pas possible de travailler sans pour autant produire des déchets. Ainsi, la résolution de cette difficulté serait :

- La constriction des maisons suivant les normes urbanistiques pour mieux canaliser les eaux de ruissellement et surtout celles usées ;
- Sensibiliser la population sur la gestion des déchets et les conséquences qui en découlent en cas d'une mauvaise gestion ;
- Prévoir des poubelles publiques qui recevront tous les déchets issus des différents coins sur tout pour les endroits avec une intense agglomération ;
- Choisir parmi les habitants les principaux acteurs de contrôle de la gestion des déchets ;
- Déposer le long des artères principales des poubelles en plastique qui recevrons les déchets de toute personne passant au lieu de les disperser sur la chaussée et dans les caniveaux ;
- Réutiliser ces déchets pour d'autres fins en les recyclant suivant leur origine et leur nature ;
- Prévoir tout en vulgarisant aux habitants des sanctions aux récidivistes de ces règlements.

REFERENCES

- [1] Roger BRUNET, La géographie à la poursuite de l'histoire, 1992
- [2] GEORGESCU-ROEGEN, La décroissance, Entropie- Ecologie-, Economie sang de la terre, Paris 1995
- [3] WITAMWITENGA KILINGO Scholastique, gestion des ordures et Immondices ménagères dans le territoire de Shabunda, TFC, 2009-2010
- [4] Joël Sotamerou, Efficacité de la collecte des déchets, ménagers et agriculture urbaine et péri urbaine dans la ville de Yaoundé Mémoire de DEA, université de Yaoundé II, Cameroun 2005
- [5] OMS, la lutte contre les insectes et les rongeurs par l'aménagement de l'environnement, Genève, 1994
- [6] PHILLIPE MAMBAZULA NGOMA, Etude de la biodégradation anaérobie des feuilles de Mangifera indica (Manguier) et de Manihot utilissima (Manioc) Thèse de doctorat, université de Liège –Gembloux Agro-bio techn (Belgique) 2015
- [7] Division Provinciale de la Santé, Rapport 2003

ETUDE COMPARATIVE DE L'INFLUENCE DE L'ENGRAIS CHIMIQUE NPK ET LE FUMIER DE FERME SUR LE RENDEMENT ET LA CROISSANCE DU HARICOT NAIN A MULUNGU

Justin RUJAMIZI MULUMEKONE

Assistant à l'ISTD - MULUNGU, Province du Sud-Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The phenomenon of the famine is a problem that touches the big part of the population of the Democratic Republic of Congo in general and the one of the South-Kivu in particular. The agricultural production being least following multiple reasons as the excessive exploitation of soil without thinking about restoring him elements exported by cultures, the no respect of the cultural techniques succession, the disruption of seasons and other climatic risks; these dive the peasants agriculturist in a misery that makes that of time some have tendency to yet abandon the agricultural sector one of lever of development and survival in farming middle of the R D Congo and the source of the food substances. This being, we led this survey in view to demonstrate comparison that can exist as for the influence of the chemical manure (N P K) and the organic manure (manure of farm) on the dwarf bean so that the producer makes a discriminating choice between the two according to his financial means as well as his faculties to use one or the other. To the term of this experimentation, the manure of farm proved to be more important than the N P K and parcels no fertilized for nearly all observed parameters; bigger biomass, good harvest indication, weight of 100 seeds most elevated... The N P K stood in second position during the experimentation.

KEYWORDS: Influence of manure, N P K, manure of farm, Output and growth, dwarf bean.

RESUME: Le phénomène de la famine est un problème qui touche la grande partie de la population de la République Démocratique du Congo en général et celle du Sud-Kivu en particulier. La production agricole étant moindre suite à multiple raisons telles que l'exploitation excessive de sol sans songer à lui restituer les éléments exportés par les cultures, le non - respect de la succession de techniques culturales, la perturbation des saisons et autres aléas climatiques; ceux-ci plongent les paysans agriculteur dans une misère qui fait que de fois certains ont tendance d'abandonner le secteur agricole pourtant l'un de levier de développement et de survie en milieu rural de la R D Congo et la source des substances alimentaires. Ceci étant, nous avons mené cette étude en vue de démontrer la comparaison qui puisse exister quant à l'influence de l'engrais chimique (N P K) et l'engrais organique (fumier de ferme) sur le haricot nain de sorte que le producteur fasse un choix judicieux entre les deux en fonction de ses moyens financiers ainsi que ses aptitudes à utiliser l'un ou l'autre. Au terme de cette expérimentation, le fumier de ferme s'est révélé plus important que le N P K et les parcelles non fertilisées pour presque tous les paramètres observés; plus grande biomasse, indice de récolte bon, poids de 100graines le plus élevé;...le N P K s'est placé en deuxième position au cours de l'expérimentation.

MOTS-CLEFS: Influence de l'engrais, N P K, fumier de ferme, Rendement et croissance, haricot nain.

1 INTRODUCTION

La sécurité alimentaire est un phénomène qui préoccupe tout le monde. Pour y parvenir, il faut l'implication de tous, tant au niveau national qu'international et surtout pour les pays en voie de développement. Etant donné que la quasi-totalité de substances alimentaires est d'origine végétale, il sied de nourrir suffisamment les plantes afin que l'humanité soit à son tour suffisamment nourrie, les plantes seront sans doute nourries via l'amendement du sol qui est son support et son

pourvoyeur des besoins nutritifs. Nous supposons donc qu'un paysan exploitant un sol pauvre est aussi pauvre en substance alimentaire. Depuis les dernières décennies, l'agriculture dans nombreux pays d'Afrique est confrontée à une diminution de la production à l'hectare. Comme conséquence, les personnes souffrant d'insécurité alimentaire ont augmenté et la majorité des populations et particulièrement dans les milieux ruraux vivent sans satisfaire leurs besoins nutritionnels les plus élémentaires (**Célestin Bucekuderhwa et Sylvain Mapatano, 2013**)

Une enquête menée en avril 1999 à Kinshasa avait établi que le taux de la malnutrition sévère chez les enfants de moins de 5 ans était de 2,1%, ceci signifie que 25 000 enfants sur 12 000 000 souffrent de la malnutrition et ont besoin de la réhabilitation nutritionnelle (Ministère du plan, DCRP, fév. 2004). La FAO estimait à environ 1 milliard des personnes souffrant de sous-alimentation dans les pays en voie de développement en 2009. La tendance à la baisse de la population de personnes sous-alimentées s'est inversée depuis 2004. Si on n'inverse pas cette tendance, d'autres millions de personnes viendront accroître le nombre de personnes souffrant de la faim (IFDC CATALIST, 2010). Selon le ministère du plan 2014, 60% de la population congolaise vit principalement de l'agriculture traditionnelle, de la chasse, de la cueillette et de la pêche artisanale. Pour assurer à tous une ration suffisante en qualité et en quantité, il faut nécessairement produire plus. Aussi, selon E. Saouma, cité par A. Gros, la croissance de la production ne peut venir que d'une amélioration de rendements par des semences sélectionnées, des engrais, des travaux d'irrigation,...

Alors que depuis les années 1990, la primauté de la réduction de la faim et la malnutrition dans le programme de développement et la reconnaissance du droit humain à une alimentation adéquate et de la nutrition ont été affirmées au niveau international. Ainsi, la réduction de la faim et de la malnutrition a été de plus en plus considérée dans le contexte du développement global, la réduction de la pauvreté et la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement.

En effet, la croissance démographique qui s'observe du jour au jour dans la province du Sud-Kivu pourrait interpeller les responsables de mettre en place des stratégies permettant d'intensifier l'agriculture afin que la province au lieu de faire recours au pays voisin comme le Rwanda pour se ravitailler en produit alimentaire, puisse produire localement en vue de satisfaire les besoins de la population et pourquoi ne pas produire un surplus pour l'exportation. Pour sa part, l'IFDC à opter pour une approche de la gestion intégrée de la fertilité du sol (GIFS) qui combine l'utilisation des engrais et des amendements à d'autres pratiques de protection et de conservation du sol tout en protégeant l'environnement. Malheureusement, certains paysans tendent de réfuter l'usage des engrais chimiques en avançant des arguments sentimentaux, voire mystiques en disant que :

Les engrais donneraient des aliments de mauvaise qualité, alors que la culture sans engrais produirait des aliments d'une valeur diététique supérieure ; les engrais seraient responsables de l'infertilité du sol. Pourtant, on peut d'ailleurs se demander pourquoi autre fois lorsque les engrais étaient inconnus, les sols s'épuisés inexorablement, obligeant les hommes à se déplacer à la recherche de terre nouvelles. Le haricot étant une culture qui nous a permis de faire la comparaison de l'influence de ces deux engrais devait être produit en grande quantité dans la province du Sud-Kivu en général et en particulier dans les régions de pays des grands lacs, milieu dans lequel le haricot est consommé comme aliment de base. Il est dit que les habitants de cette région (pays de grands lacs) sont les premiers consommateurs du haricot au monde, où la quantité consommée par individu et par an est estimée à 50kg, soit 137gm/personne/jour (Sperling et Nahimana, 1989). Pourtant, cette quantité est difficilement réalisée à nos jours suite aux contraintes précitées. Si la taille de chaque ménage dans cette province est estimée plus ou moins sept personnes, cela veut dire que chaque ménage produirait au minimum 350kg/an. Vu la nécessité de produire en quantité le haricot dans ce milieu, il faut envisager des stratégies qui visent à protéger le sol contre toute forme de dégradation et surtout son enrichissement. Les pays en voie de développement sont butés à beaucoup des difficultés car certains agriculteurs connaissent moins ou pas les engrais chimiques. Si ces engrais chimiques sont difficilement acquis et peut être onéreux, les paysans devaient donc privilégier la matière organique qui est une potentialité locale et facilement acquise. Voilà le pourquoi de notre étude qui dresse une comparaison entre les deux types de fertilisants afin que le paysan producteur face un choix judicieux entre les deux lors de l'exploitation du terrain.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU EXPERIMENTAL

❖ **Localisation et période d'essai :** cette étude a été menée à Tchirumbi, à l'Institut National pour l'Etude et la recherche Agronomiques de Mulungu (INERA MULUNGU) situé en Territoire de Kabare, Province du Sud-Kivu, à l'est de la République démocratique du Congo. Cela entre 2° et 2°30' de latitude sud et 28°47' de longitude Est à 100m de la route Bukavu-Goma. L'essai était réalisé sur une période allant d'octobre 2010 en janvier 2011.

❖ Conditions climatiques :

Tableau 1. Précipitation de la période de l'essai (station météorologique de l'INERA MULUNGU)

Elément	2010			2011
	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Précipitation	89,9mm	93,7mm	193,7mm	17,8mm

Il ressort de ce tableau que le mois d'octobre avait une faible précipitation, soit 89,9mm, ce qui a fait que nous puissions semer avec un retard soit le 18/10 au lieu du mois de septembre en attendant toujours la chute de la pluie. Elle s'est augmenté progressivement, mais il y a eu arrêt brusque au mois de janvier au cours duquel nous avons n'avons enregistré que 17,8mm. Pourtant, d'après Wotman, cité par MIRINDI CIRHUZA 2002, dans les conditions normales, la gamme de précipitation de haricot doit être située entre 400 et 1600mm, pendant que pour notre essai, le haricot a bénéficié juste 395,1mm de pluie au cours de son cycle.

2.2 MATÉRIELS

Dans cet essai, les matériels suivant ont été utilisés :

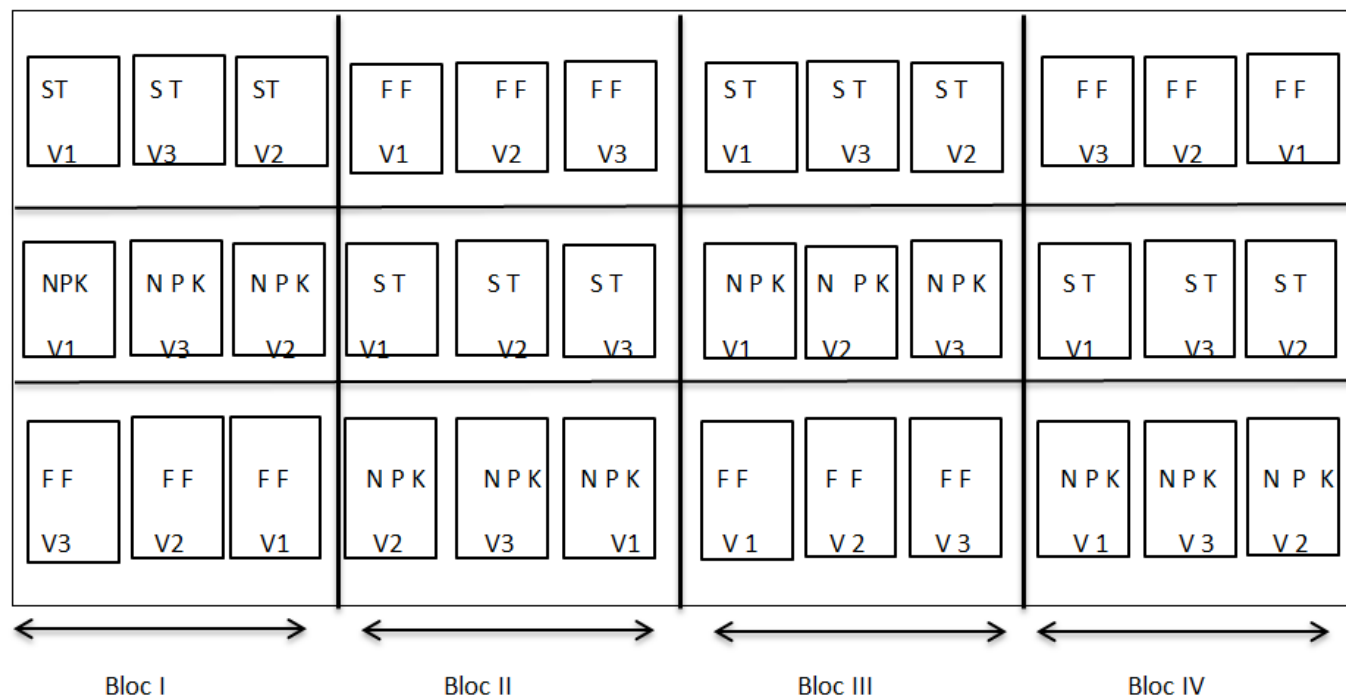
- Trois variétés de haricot bio fortifiés de type nain dont :
 - a) MH21-7
 - b) ZKA93-10m/95
 - c) AND620
- Deux types d'engrais :
 - a) NPK
 - b) Fumier de ferme.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif utilisé était le split plot car le factoriel avec facteur A= fertilisant qui a 3 variantes dont : Fumier de ferme, NPK et le témoin (sans fertilisants) et le factoriel B= variétés qui auront 3 variétés (MH21-7, ZKA93-10m/95 et AND620), le tout repris en 4 répétitions. La répétition était constituée de 9 parcelles. La parcelle de 4m de longueur et 3,20m de largeur, soit une surface de 12,8m². Les écartements étaient de 40cm x 20cm, la parcelle était constituée de 8lignes dont chacune contenait 20 poquets, soit 40graines /lignes à raison de deux graines/poquet. La densité parcellaire était donc de 320 graines. A la récolte, les quatre lignes centrales ont constitué la parcelle utile et les quatre autres dont deux de part et d'autre de la parcelle étaient considérées comme bordure. Les quatre blocs/ répétition étaient distantes entre elles de 50cm. Quant à l'amendement, chaque parcelle avait reçu 189gr de NPK (soit 100Kg/ha). Pour le fumier de ferme, c'était par contre 38,4kg (soit 30t/ha). Le schéma du dispositif expérimental est représenté dans la figure ci-dessous.

SCHEMA DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL



LEGENDE

- TS = Sans traitement
- FF = Fumier de ferme
- NPK = Azote, Phosphore, Potassium
- V1 = 1^{ère} variété : HM 21-7
- V2 = 2^{ème} variété : ZKA93-10m/95
- V3 = 3^{ème} Variété : AND 620

PARAMETRE D'OBSERVATION

1. Taille des plants (en cm)
2. Poids moyen des plants (en gr)
3. Production parcellaire (en gr)
4. Poids de 100 graines (en gr)

3 PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

A l'issu de notre expérimentation qui consistait à fertiliser le haricot commun, (*Phaseolus vulgaris*) type de croissance nain avec des engrais organique (fumier de ferme) et minéral (NPK) pour voir l'influence de ces types d'engrais sur la croissance et le rendement de haricot commun, nous présentons les résultats de la manière suivante :

3.1 FACTEURS DE CROISSANCE

3.1.1 LA TAILLE (HAUTEUR) DE PLANT

Nous avons relevé la hauteur de plants par variété et en facteur de l'engrais utilisé, à la récolte. L'ANOVA de ce paramètre est consignée dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2. ANOVA de la taille de plant à la récolte pour les variétés de haricot fertilisé avec le fumier de ferme, NPK et sans traitement (témoins)

Source de variation	D f	Somme de carré	Carré moyen	F. calculé	F. tabulaire	
					5%	1%
Répétition	3	280,9188867	93,6396289	8,77*	4,53	9,15
A (fertilisant)	2	663,5088867	331,7544434	31,08**	5,14	10,92
Erreur a	6	64,0377799	10,672963332			
B (variétés)	2	417,29557	208,647785	27,63**	3,55	6,01
Interaction (A X B)	4	149,9344466	37,48361165	4,96**	2,93	4,58
Erreur b	18	135,9165201	7,550917			
Total	35	1711,61222				

A la lecture de ce tableau nous faisons les constats suivants :

- Il y a existence avérée de différences significatives entre les blocs expérimentaux. L'hypothèse nulle est rejetée concernant l'homogénéité des blocs expérimentaux. Ce fait est bénéfique pour l'expérimentation car il est partie de techniques pour réduire l'erreur expérimentale.
- Il y a des différences hautement significatives au moins entre deux fertilisants utilisés dans l'essai (l'hypothèse nulle n'est rejetée tandis que l'hypothèse alternative est acceptée)
- L'hypothèse nulle est rejetée concernant la performance de variétés en hauteur de plant. L'hypothèse alternative est acceptée c'est-à-dire qu'il existe des différences hautement significatives au moins une paire de variétés.
- Aussi, ce tableau relève l'existence des interventions hautement positives entre le fumier et les trois variétés expérimentées. On peut aussi dire que tous les fertilisants utilisées n'influenceraient pas toutes les variétés de haricot commun nain de la même façon sur la croissance de plants en taille. On peut aussi ajouter en disant que toutes les variétés de haricot commun type nain, ne peuvent pas avoir la même possibilité d'augmenter de taille ne réagissant à n'importe quel type de fumure appliquée. Vu ces différences hautement significatives au sein des facteurs expérimentaux (A et B) nous devons recourir à la signification des moyennes de la taille de plants pour chacun de ces facteurs.

3.1.2 COMPARAISON DES MOYENNES DE LA TAILLE

a) les moyennes de la taille des plants sous influence de la fumure

Cette comparaison est effectuée dans le tableau 3 ci-dessous

Tableau 3. Comparaison de moyennes de taille de plants

Fertilisant	Moyenne de taille des plants (cm)	signification
Fumier de ferme (F F)	119,4	a
N P K	99,5	b
Témoins (sans fertilisation)	88,25	c
LSD 0,01	4,94	

Ce tableau nous révèle que le fumier de ferme favorise la plus grande croissance de plant de haricot commun, type nain, en terme de taille de la plante de haricot. La taille de la plante de haricot obtenue avec application du fumier de ferme est plus grande que les tailles induites pour l'engrais chimique N P K et la croissance de haricot nain sans fertilisation. La différence de taille qui existe entre celle obtenue avec fumier de ferme et les autres tailles réservées par N P K est hautement qualificative. La fumure de N P K, bien que donnant la taille de plant inférieur à celle donnée par le fumier de ferme, produit de plants de taille supérieure par rapport à celle des parcelles témoins, c'est-à-dire sans fertilisation. En bref, à cet égard de taille de haricot commun nain en fonction de la fertilisation, nous constatons que, la fumure quel que soit son type, organique ou minéral, permet au haricot commun, nain de donner à la récolte, des plants de taille plus grande que la taille du même haricot non fertilisé.

b) Variété et taille de plant

Le test de comparaison de moyennes de taille pour le facteur B (variété) est consigné dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4. Séparation de moyennes de taille de variétés

Variété	Moyenne de taille plants de variété (en cm)	Signification
HM21-7	129,1	a
ZKA 93-10m/95	154,7	b
AND 620	122,0	c
LSD 0,01	3,23	

A la lumière de ce tableau, nous constatons que la variété ZKA 93-10m/95 réagit mieux aux fertilisants. Elle produit à cet effet la taille de plant la plus grande. Sa taille est différente des tailles de deux autres variétés. La variété HM 21-7 donne la seconde taille la plus grande dans l'essai, bien qu'inférieure à la précédente, elle est supérieure à celle d'AND620. La variété AND 620 produit donc les plants de petite taille de notre expérimentation.

3.1.3 LA BIOMASSE FOLIAIRE

Le poids de la masse végétale, feuilles, tiges et branches des variétés de haricot commun, type nain fertilisés ou non dans notre expérimentation a été observé. Son ANOVA est résumée dans le tableau 5.

Tableau 5. ANOVA de biomasse de haricot commun nain fertilisé avec des engrais organiques, minéral et témoin non fertilisé

Source de variété	D f	Somme de carré	Carré moyen	F. calculée	F tab	
					5%	1%
Répétitions	3	53,2446858	17,7481286	0,50	4,53	9,15
A (fertilisants)	2	738,2140808	369,1070404	10,48*	5,14	10,92
Erreur a	6	211,4119215	35,23532025			
B (variétés)	2	60,1816347	30,09381735	4,13*	5,55	6,01
A X B	4	46,3344245	11,58360613	1,59	2,93	4,58
Erreur b	18	131,2380747	7,29100415			
Total	35	1240,630822				

De ce tableau, il ressort ce qui suit :

- Pas des différences inter bloc significatives
- Existence de différences significatives entre fertilisants.
- Existence de différences significatives entre les variétés.
- Interaction A X B non significatives.

Puisqu'il y a des différences significatives au sein des facteurs expérimentaux, une donnée reconnue aux tests de séparation de moyennes de biomasse produite sans influence des fertilisants une part et sans influence génétique de variétés d'autre part.

a) Séparation des moyennes par rapport aux fertilisants

La séparation des moyennes pour ce facteur est reportée dans le tableau c-i dessous

Tableau 6. Tableau de séparation de moyennes de biomasse en fonction des fertilisants appliqués

Fertilisant	Moyenne de biomasse (Kg/ha)	signification
Fumier de ferme	96,115	a
N P K	66,632	b
Témoins (non fertilisé)	68,011	c
L S D 0,930	5,930	

Le fertilisant organique, fumier de ferme favorise une grande production de la masse végétale aérienne de haricot commun, type nain. La biomasse produite avec l'application du fumier de ferme est plus grande que celle produite avec le N P K et témoin non fertilisé. La dite biomasse produite par le fumier de ferme est hautement différente. Entre temps, les biomasses de haricot fertilisé avec le N P K et non fertilisé sont statiquement équivalente (non différentes)

b) Séparation de moyenne de biomasse en fonction des potentiels variétaux.

Le test de séparation de moyennes pour le facteur variétal est fait dans le tableau 7 ci-après :

Tableau 7. Séparation des moyennes de biomasse produites par les variétés

Variété	Moyennes de biomasses variétales	signification
V 1	108,095	a
V 2	104,051	b
V 3	95,612	c
L S D	2,316	

Chaque variété de haricot commun, nain utilisée dans l'essai produit une biomasse (kg/ha) différente de celle des autres variétés. Chaque différence observée est hautement significative. La variété 1 (HM 21-7) est plus productive en biomasse que la variété 2 (ZKA 93- 10m/95) et aussi plus productive que 3 (AND620) c'est cette dernière variété qui est la moins productive en biomasse.

3.2 PARAMETRE DE RENDEMENT

3.2.1 INDICE DE RÉCOLTE

Pour notre essai, l'ANOVA de récolte est présenté dans le tableau 8 ci-dessous

Tableau 8. ANOVA de l'indice de récolte des variétés de haricot commun, type nain fertilisés ou pas avec le fumier de ferme et du N P K

Source de variété	Df	Somme de carré	Carré de moyen	F calculé	F Tabulaire	
					5%	1%
Répétition	3	0,0003022448	0,000100816	1,16	4,53	9,15
A (Fertilisants)	2	0,00023306	0,00011653	1,34	5,14	5,14
Erreur a	6	0,000086786	0,000086786			
B (Variétés)	2	0,00000922	0,00000461	0,43	3,55	6,01
A X B	4	0,00068228	0,00017057	159,59**	2,93	4,58
Erreur b	18	0,0001923834	0,00000108796667			
TOTAL	35	0,00367156				

De ce tableau, nous retenons les faits suivants :

- Uniformité des blocs
- Egalité d'effet des fertilisants, hypothèse nulle (H₀) acceptée pour le facteur A.
- Egalité de valeurs de l'indice de récolte : H₀ acceptée au sein du facteur B

- Interaction A X B hautement positive. Ce- ci démontre que les indices de récolte observés pour les fertilisants et variétés dans cette expérimentation sont imprévisibles et non absolument reproductibles. Ceci peut expliquer par le fait que, sous les effets d'un engrais, produire une grande biomasse ne traduirait nécessairement une production d'un grand rendement : Une grande biomasse pourrait de fois se constituer en importants organes puis pouvant conférer une vie de luxe au détriment de rendement. Par ailleurs, une variété peut avoir une biomasse modérée et procurer un rendement élevé.

3.2.2 POIDS HECTOLITRIQUE (POIDS DE 100 GRAINES)

L'ANOVA de ce paramètre est consignée dans le tableau 9.

Tableau 9. ANOVA du poids hectolitrique des variétés fertilisées ou non avec du fumier de ferme et NPK

Source de variété	D f	Somme de carré	Carré moyen	F calculé	F tabulaire	
					5%	1%
Répétition	3	43,22222	14,4070667	5,92*	4,53	9,5
A (fertilisants)	2	130,72222	65,36111	26,84**	5,14	10,92
Erreur a	6	14,111133	2,43518555			
B (Variétés)	2	1026,72222	513,36111	90,89**	3,55	6,01
A X B	4	20,27778	5,069445	0,90	2,93	4,58
Erreur b	18	101,666667	5,64814815			
TOTAL	35	1337,22222				

De ce tableau nous pouvons lire ce qui suit :

- Les différences inter bloc sont significatives
- Les différences entre fertilisants sont concernant les poids hectolitrique (de 100 graines) des variétés de haricots commun, type nain, sont hautement significatives (hypothèse nulle rejetée, tandis que l'hypothèse alternative est acceptée)
- L'hypothèse nulle (HO) rejetée à propos du poids hectolitrique produit par variété c'est-à- dire qu'il existe de différences hautement significatives entre le poids de 100graines de ces variétés mises en compétition. Ces différences significatives et hautement significatives entre les facteurs expérimentaux nous poussent à recourir aux tests de séparation de moyennes des poids hectolitriques tant pour le facteur A (fertilisants) que pour les facteurs B (variétés). La comparaison de moyennes de poids de 100 graines en fonction de fertilisants est affectée dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10. Séparation des moyennes des poids hectolitriques (poids de 100 graines) en fonction de fertilisants

Fertilisant	Moyenne de poids de 100 graines en (gramme) en fonction de fertilisant	signification
Fumier de ferme	127,25	a
N P K	115,00	b
Témoin	115,25	c
L S D	2,36	

A partir de ce tableau, nous constatons que le fumier de ferme permet une plus grande accumulation des produits de la photosynthèse nette dans les graines que les accumulations réalisées avec le N P K et sans fertilisant (témoin). L'application de N P K n'ajoute aucun avantage de poids aux graines comparativement à une culture de haricot commun, nain non fertilisé. (C'est-à-dire fertilisé avec le N P K ou non fertilisée, la culture de haricot commun, type nain produit des graines de même poids hectolitrique. Au niveau variétal, le test de séparation de moyenne de poids hectolitrique est rendu dans le tableau 11 qui suit :

Tableau 11. Séparation des moyennes de performance variétales de poids de 100graines dans l'essai de fertilisation avec fumier de ferme et le NPK

Variété	Moyenne variétale de poids de 100graines (en gramme)	Signification
HM 21-7	18,19	a
ZKA 93-10/95	14,52	b
AND 620	20,26	c
LSD 0,01	2,79	

Toutes les variétés ont un poids hectolitrique inférieur à 25grammes. Autrement dit, ces variétés sont toutes classées dans la catégorie des variétés à petite graine au vue de leurs performances en terme de poids de 100graines dans notre essai. Les variétés AND 620 et HM 21-7 produisent un poids de 100 graines équivalent, mais différent de celui de la variété ZKA 93- 10m/95 dans l'essai. Toute différence observée entre deux variétés est hautement significative. Par ailleurs, les variétés AND620 semble produire le poids hectolitrique le plus élevé. La variété ZKA 93-10m/95 est celle qui accumule le moins de produits de la photosynthèse dans ses graines en terme de poids de 100 grammes. D'une façon générale, ces graines à petites graines n'ont pas pu accumuler des réserves issus de la photosynthèse jusqu'au dé là de leur capacité génétique. Nous pouvons donc conclure à ce niveau que la grosseur des graines est un facteur variétal fixé génétiquement par le back ground génétique variétal, la fertilisation ne peut pas changer ce facteur génétique. Les graines pourraient augmenter de poids, mais une augmentation limitée dans l'intervalle de du classement génétique en terme de grosseur (petite graine, graine moyenne ou grosse graine).

3.2.3 RENDEMENT EN GRAINE DE HARICOT COMMUN, NAIN

Pour ce paramètre important de production, l'ANOVA est résumé dans le tableau 12 ci- dessous.

Tableau 12. ANOVA de rendement en graines des variétés de haricot commun, type nain fertilisé avec fumier de ferme, N P K et non fertilisées

Source de variation	Df	Somme de carré	Carré moyen	F calculé	F Tabulaire	
					5%	1%
Répétition	3	772413,09	257471,03	12,05**	4,53	9,15
A (fertilisants)	2	1973478,851	986739,4255	46,20**	5,14	10,92
Erreur a	6	128161,309	21360,21817			
B (variétés)	2	267031,5338	133515,7669	22,00**	3,55	6,01
AXB	4	95344,0752	23836,0188	3,93*	2,93	4,58
Erreur b	18	109229,279	6068,293278			
Total	35	334565,8138				

Après étude, nous avons constaté ce qui suit :

- Pas d'homogénéité inter blocs concernant le rendement en graines. Différence entre blocs hautement significatives ;
- Hypothèse nulle rejetée pour le rendement en graines obtenus en fonction des fertilisants : Différence hautement significative entre les fertilisants ;
- Hypothèse nulle rejetée pour les variétés quant aux rendements en graines formées par chaque variété. Il existerait des différences hautement significatives de rendement en graines au moins de deux variétés.
- Il existe des interactions fertilisants-variétés positives, c'est-à-dire inter significative. Vu les différences hautement significatives au sein des facteurs aussi bien A que B, nous devons courir aux tests de séparation des moyennes des rendements en graines pour ces facteurs A et B. Pour le facteur A, la séparation des moyennes est effectuée dans le tableau 13 ci-dessous :

Tableau 13. *séparation de moyennes de rendement en graines favorisées par l'application ou non de fertilisants*

Fertilisant	Moyenne de rendement en graine par fertilisant	Signification
Fumier de ferme	1243,667	a
N P K	770,827	b
Témoins (sans fertilisants)	726,302	c
L S D 0,01	221,182	

Ce tableau, nous révèle que l'application du fumier de ferme résulte en une production accrue de rendement en graines soit 71% et 61% aux parcelles témoins et celles fertilisées au moyen de l'engrais N P K respectivement de haricot commun, de type nain.

4 CONCLUSION

Notre expérimentation a consisté à fertiliser le haricot commun de type nain avec le fumier de ferme que le paysan cultivateur peut fabriquer soi-même, aussi fertilisation avec le N P K, engrais minéral, sans oublier de comparer ces engrais, organique et minéral à une production végétale de haricot non fertilisé. Au terme de l'expérimentation, analyse, présentation et interprétation des résultats nous tirons avec modestie les conclusions suivantes :

1° Le fumier de ferme s'est révélé plus important que le N P K et non fertilisation presque pour tous les paramètres observés suivant : La plus grande taille de plantes :

- La plus grande biomasse, production
- Indice de récolte bon, car inférieur à 1 (c'est-à-dire pas de croissance végétative luxuriante en faveur de biomasse comme organe puits (consommateurs) au détriment de la production des graines et stockage de matières et de réserves dans les graines ;
- Poids de 100 graines plus élevé ;
- La résultante finale est le rendement en graine le plus élevé au compte de la fertilisation avec le fumier de ferme.

2° Le N P K s'est rangé en deuxième position après le fumier de ferme pour tous les paramètres observés au cours de l'expérimentation : Hauteur de plante, production de biomasse, indice de récolte bon car inférieur à 1, les poids hectolitrique et le rendement en graines. Mais, pour bon nombre de ces paramètres, le N P K fournissait de valeurs de grandeur égale à celle de la culture du haricot commun de type nain non fertilisé, à savoir : Production de biomasse, indice de récolte, poids hectolitrique (ou poids de 100 graines) et rendement en graines. Bref, on peut dire en d'autre terme que d'une façon générale, le N P K s'est montré significativement inférieur au fumier de ferme et par ailleurs très souvent égale en performance de la culture non fertilisée. D'où on dirait que l'influence de N P K était égale à celle des résultats obtenus sans application d'engrais.

3° La variété HM 21-7 s'est affichée plus performante que ZKA93-10/ 93 et AND 620 en terme de rendement en graines du fait qu'elle produit la plus grande biomasse et le poids de 100 graines le plus élevé, éxego avec celui de AND620 fertilisé. Par ailleurs les rendements de l'application de NPK et de la culture sans fertilisant sont égaux, non différent entre eux. Le constat capital de notre expérimentation à ce point est que l'apport de N P K au sol sous culture de haricot commun du type nain ne prouve aucune augmentation de rendement en graine aux cultivateurs. Comparativement à la production de haricot commun nain sans apport d'engrais minéraux. Il serait aussi opportun de laisser le cultivateur produire son haricot commun nain sans application d'engrais minéraux N P K plutôt que d'investir les moyens financiers et effort pour ne pas générer un avantage substantiel en terme de rendement engraines. En résumé, nous disons que le fumier de ferme appliqué à la culture de haricot nain est plus intéressant que l'application de N P K sur la même culture. Il va sans dire que fertiliser le haricot commun nain est mieux que produire cette espèce de haricot sans fertilisant.

5 SUGGESTION

A la lumière de nos conclusions nous pouvons formuler les recommandations ou suggestions suivantes :

- Les agri-éleveurs appliqués dans la production du haricot, type nain feraient mieux d'élever les animaux en semi stabulation ou en stabulation pour avoir l'opportunité de récupérer les déjections animales (fèces et urines) à fin de

fabriquer à leur propre compte le fumier de ferme à appliquer sur la culture de haricot commun, type nain en particulier et pour d'autres cultures en générale.

- La fertilisation du haricot commun nain lors du labour (14 jours avant le semis) joue le rôle d'engrain de fond. Les résultats en facteur de croissance (taille, biomasse) et de production (indice de récolte, poids de 100 graines) se trouve amélioré
- Au ministère ayant en charge l'agriculture en RD Congo, de doter des paysans agriculteurs des animaux domestiques qui constituera pour eux une source de production d'engrais organique.
- Que ce même ministère mette en place une équipe de vulgarisateurs dignes qui aura pour rôle la sensibilisation mais aussi et surtout le suivi de l'applicabilité de l'amendement de sol avant ou pendant le semis.

REFERENCES

- [1] A. Gros, Guide pratique de la fertilité, 1979
- [2] CATALIST, Mode d'application des engrais et risques liés à leur mauvaise utilisation, 2010
- [3] D C R P, Document des stratégies de réduction de la pauvreté, 2004
- [4] F A O, Emploi des matières organiques, 2009
- [5] Hugues Dupriez, Paysans et leurs terroirs
- [6] SPERLING et NAHIMANA, Acte de la conférence sur le lancement des variétés, la distribution des semences du haricot dans les régions des grands lacs, Goma- Zaïre, 1989
- [7] Célestin Bucekuderhwa et Sylvain Mapatano, Comprendre la dynamique de la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire au Sud-Kivu, 2013.

INTOLERANCE DU CHAT A LA KETAMINE AU SEUIL DE LA DOSE LETALE LORS DES OPERATIONS CHIRURGICALES : CAS D'OVH EN LAPAROTOMIE ABDOMINALE

[CAT INTOLERANCE TO THE KETAMINE TO THE LETHAL DOSE LEVEL DURING SURGICAL OPERATIONS: OVH CASE IN ABDOMINAL LAPAROTOMY]

Vincent de Paul SANVURA MATUMUABIRHI

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV / MUSHWESHWE),
Sud-Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The usage of the ketamine as a general anesthesia to the animals fellowship (dog and cat is the most used in such conditions that the effective veterinarian in field conditions result to premeditations. The smallest animals hard to weight and consequently to which the dose is administered becomes more estimative than reality, are cause of poisoning by overdosage and who from there die at 80% between 6 hours to 10 hours after operation. Except secondary effects and the toxicity of betalactamines (penicillin G) and aminosides (dihydrostreptomycine) associated as convulsions, the muscles paralysis and the balance's troubles; the mucous membrane's dryness manifestations of the tongue and gums, ending the respiratory collapse had been observed. The death of the cat is usually caused by overdosage.

KEYWORDS: Ketamine, Lethal dose, Laparotomy, Ovario-hysterectomy.

RESUME: L'utilisation de la kétamine comme un anesthésique général chez les animaux de compagnie (chien et chat est le plus utilisé dans des conditions ou le vétérinaire opérant en conditions de terrain ne recourt pas à des prémédications. Les tous petits animaux difficiles à peser et par conséquent chez lesquels la dose administrée devient plus estimatif que réelle, sont sujet d'intoxication par surdosage et qui en meurent à 80% entre 6 heures et 10 heures après l'intervention. Hormis les effets secondaires et la toxicité des betalactamines (pénicilline G) et des aminosides (dihydrostreptomycine) associés tels que les convulsions, la paralysie des muscles et les troubles d'équilibre ; des manifestations de sécheresse des muqueuses de la langue et des gencives, finissant par un collapsus respiratoire ont été observés. La mort chez le chat est due surtout au surdosage.

MOTS-CLEFS: Kétamine, Dose létale, Laparotomie, Ovario-hystérectomie.

1 INTRODUCTION

La chirurgie chez les animaux de compagnie n'est pas une nouveauté dans la ville de Bukavu. La présence des étrangers qui ont des chiens ou des chats, préfèrent les rendre stériles par le procédé d'opération chirurgicale pour des raisons de convenance. En appel, le vétérinaire est tenu de satisfaire le client et c'est ainsi que durant quatre ans 43 chiennes ont subi une ovario-hystérotomie (OVH) avec 100% de réussite malgré que 6 d'entre elles soit 13,9% avec des complications de l'ouverture de la solution de continuité par rupture des sutures et dont deux ont succombé soit 4,6%. Dans le rapport d'expertise de pharmacovigilance relatif à l'avis CNPV 24 du 22/03/2007, 307 déclarations relatant des effets indésirables ont été recensées en France : 137 chez les chiens et 170 chez les chats [1]. Le narcotique utilisé, la kétamine est un

anesthésique dissociatif de la famille des phencyclidines. Son mécanisme d'action est peu connu [2]: elle posséderait une action antagoniste non compétitive des récepteurs NMDA (N-méthyl-d-aspartate), l'une des sous-classes de récepteurs du glutamate.

Dans la manipulation, en entrave physique dans l'élevage des chats, le chlorhydrate de Kétamine en IM à une dose de 10 à 20 mg /kg donne une sédation d'environ 30 minutes. La marge de sécurité avec cette méthode est très grande et une approximation du poids de l'animal est suffisante pour établir la dose [3].

Les effets de la kétamine sur le SNC apparaissent rapidement (T max : 10 minutes), mais perdurent trois fois moins longtemps que ceux de la tilétamine. Sa demi-vie est d'environ 1 à 3 heures suivant les espèces. La kétamine a une grande liposolubilité et diffuse dans tous les tissus, particulièrement dans le cerveau, le foie, les poumons et le tissu adipeux. La kétamine traverse également la barrière placentaire.

La faible métabolisation hépatique chez le chat explique l'excrétion rénale de la kétamine sous forme inchangé. Administrée de manière répétée, la kétamine induit une augmentation des enzymes microsomaux hépatiques, ce qui peut provoquer de la tolérance à plus long terme [4].

En ce qui concerne les effets indésirables, la solution ayant un pH bas(3,5), une administration IM peut être suivie de douleurs et de réactions tissulaires, certains auteurs cette voie d'administration chez le chien [2][5]. Les anesthésiques dissociatifs induisent une augmentation du débit sanguin cérébral et des pressions intracrânienne et intraoculaire. Ces effets justifient leur contre-indication chez des animaux présentant une pression intracrânienne accrue, un traumatisme de la tête ou de la cornée. Des effets hallucinogènes peuvent être observés durant la période de réveil, se traduisant par un comportement anormal, et des réactions excessives aux stimuli. En raison de la stimulation indirecte du système cardio-vasculaire d'origine sympathique, l'administration d'anesthésiques dissociatifs provoque un effet inotrope positif, une augmentation du rythme cardiaque, de la pression sanguine et du débit cardiaque, avec, toutefois, une résistance périphérique constante [6]. Les effets de l'anesthésique générale sur les paramètres biochimiques plasmatiques ont été étudiés sur plusieurs espèces animales dont le chat, et dont les résultats sont variés [7]. La Kétamine est recommandée après prémédication à l'atropine à dose de 0,04 mg/ Kg en S/C ou de l'acépromazine à dose de 0,5 mg /Kg. Dans ce cas l'action de l'anesthésique est prolongée [8][9].

L'accroissement de la circulation sanguine coronarienne après l'administration de la kétamine est parfois insuffisant pour compenser la consommation accrue en oxygène par le myocarde. Cette combinaison d'effet pourrait être à l'origine de l'apparition de lésions du myocarde chez le chat. La dépression respiratoire est minime. Une apnée et des irrégularités respiratoires sont cependant possibles [10]. Le surdosage résulte en une dépression respiratoire ou une apnée sévère. Une augmentation des sécrétions bronchiques et salivaires qui deviennent plus visqueuses est observée. L'usage d'agents parasympatholytiques peut s'avérer utile pour contrôler ces effets. Notons que l'atropine peut renforcer les effets stimulants sur le système cardio-vasculaire.

2 MATERIELS ET METHODES

L'expérience a été constatée et puis menée à Bukavu à la clinique vétérinaire et des interventions à domicile en utilisant hormis les désinfectants et antiseptiques, la kétamine comme anesthésique et la penistrep 20/20 comme antibiotique de couverture sur 31 chiennes et 12 chattes. L'intervention chirurgicale s'effectue sans prémédication et l'anesthésique généralement administré en dose unique chez la chatte et selon le cas à dose fractionnée chez la chienne.

2.1 PRÉMÉDICATION

Dans tous les cas nous n'avons utilisé aucun produit analgésique pour tranquilliser le patient ou induire l'anesthésie.

2.2 ANESTHÉSIE GÉNÉRALE

Chez le chien comme chez le chat, une injection de la dose en intramusculaire (IM) a permis au patient de manifester la narcose entre 3 et 5 minutes, temps utile pour préparer le champ opératoire. L'anesthésie dure 20 à 60 minutes chez la chienne qui présente des signes de réveil et chez la chatte, ce temps va jusqu'à 120 minutes et parfois plus.

Selon le volume 9 de la collection Eudrallex relatif à la réglementation européenne, un chat pèse en moyenne 5 kg. En se basant sur une posologie moyenne de 15 mg /kg (moyenne des posologies maximales recommandées en IV et en IM, retenue dans le cadre d'une approche conservatrice), lors d'une anesthésie, une moyenne de 75 mg de principe actif est utilisée par chat, chose qui semble un surdosage dans notre contexte ou à Bukavu, les cas reçus ont une moyenne de 1kg pour le chat.

3 INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

CONTRÔLE DE L'ANESTHÉSIE

L'administration étant en dose totale et unique (DT) en intra musculaire (IM) seuls les signes vitaux sont observés par l'aide et dont les résultats ont fait penser à des phénomènes étranges, situation que nous imputons à la dose létale.

Des dilutions adaptées (1,25 à 2,5%) permettent d'éviter les lésions de la paroi veineuse. Une administration péri veineuse entraîne une nécrose tissulaire. Par voie intra péritonéale, l'administration est possible chez les espèces plus petites mais elle induit une anesthésie imprévisible (aussi bien en durée qu'en intensité). Ayant administré au niveau de la cuisse, cette éventualité est exclue, néanmoins la durée et l'intensité de l'induction ont été longue et profonde de manière que les troubles observés ont conduit dans tous les cas au coma et 10 heures après la mort s'en est suivi.

Quand la kétamine est administrée seule, les signes cliniques les plus rapportés sont l'hématurie et les convulsions, les symptômes apparaissent dans les 12 à 24 heures suivant l'administration si la dose ne dépasse pas le seuil de la dose létale 50. Dans certains cas où l'on utilise la kétamine seule ou en prémédication, le volume cellulaire plasmatique et l'hématocrite baissent d'une façon dramatique [11].

Chez le chat, ces étapes s'observent successivement et sont toutes présentes. Chez le chien, une partie s'observe. Il s'agit d'une action de courte durée de 20 à 30 minutes qui oblige une seconde injection IM d'une demi-dose de la première administrée. Pour ce cas la durée de réveil prend le double du temps ordinaire alors que chez le chat, le surdosage conduit à la létalité.

Si chez le chien des perturbations de la circulation sanguine sont perceptibles et notamment lors de contrôle de l'hémorragie, chez le chat, le cas est tout à fait autre suite à la simplicité de sa vascularisation, ses ovaires soutenus chacun par un pédoncule plus effilé. Ainsi des hémorragies en nappes sur des solutions de continuité s'observent et parfois au niveau du salpinx et le moignon du pédoncule soutenant l'ovaire. Malgré les hémorragies, aucuns cas d'anémie post-opératoire a été observé, ni une infection secondaire, mais suite à l'usage de l'alamycine spray après intervention l'ouverture de la plaie provoquée par les patientes. Ceci est dû au chatouillement de la plaie encore fraîche suite à l'application cutanée de ce médicament. En vue de contourner ce désagrément observé dans 5 cas chez les chiennes, une antibiothérapie par voie générale et locale au penistrep 20/20 a permis de suivre les patientes, n'appliquant le spray que 3 jours après.

Des contractions intestinales avec du gaz qui apparait dans le tractus digestif ont été observées chez la chienne et suivi d'une forte congestion des organes, soit 5 cas des résultats.

EFFET DE NARCOSE CHEZ LA CHATTE

La difficulté d'obtenir le poids exact des chattes admises à l'intervention a fait que dans la plupart de cas un surdosage a été effectué sur ces patientes et qui a provoqué différentes manifestations et dont la plus extrême, la mort s'est produite entre 6 heures et 10 heures après la fin de l'opération. Signalons que pour tous les cas, aucun antidote n'a été administré.

- Respiration trop profonde tendant vers l'annulation des mouvements de la cage thoracique et des narines, insinuant l'inquiétude d'un collapsus cardiaque (massage cardiaque) entre 20 et 60 minutes : 11 cas observés.
- Sécheresse de la muqueuse de la langue et dans la bouche en remplacement de l'hypersalivation après le temps requis de narcose : 4 cas observés.
- Convulsions suivi d'un coma prolongé entre 4 et 10 heures puis la mort soit 8 cas observés.

La prolongation du temps d'action et de la demi-vie de la drogue, jusqu'à donner espoir de réussir l'intervention au-delà de 2 heures ainsi que la complication probable des bêtalactamines (pénicilline) et les aminosides administrés par voie parentérale n'est pas à exclure parmi les phénomènes de biotransformation des molécules médicamenteuses.

Le risque général de la mort par l'anesthésie (kétamine) a été rapporté pour être de 0,1% (1 /1000). [12] L'on montre qu'il y a une augmentation de risque chez des chats quand le diazépam a été utilisé et quand les chats sont intubés. La lutte contre les effets de l'hypothermie potentielle qui vient après s'effectue par le chauffage [13]. Compte tenu de l'imprécision des calculs, la valeur de l'incidence estimée n'est donnée qu'à titre indicatif. L'incidence estimée chez le chien est de 3 réactions pour 10000 et chez le chat 1 pour 20000. La kétamine cause l'hypertension pendant le rétablissement anesthésique et c'est possible que les effets nuisibles attribués à la kétamine peuvent être dus principalement aux cas de

cardiomyopathies non diagnostiquées chez les chats subissant des procédures anesthésiques. Ces chats seraient sensibles à l'hypertension, et l'augmentation de la tension induite par la kétamine est supposée pour être assez significatif chez quelques chats sauvages [1]. 80% pour notre cas dénote à combien le surdosage a dépassé le seuil de la dose létale 50 ayant entraîné des réactions irréversibles malgré l'effort d'élimination métabolique avant d'atteindre 12 à 24 heures ou des signes de complication cardiaque et rénale sont signalés. Bien que la Kétamine amène un état d'anesthésie très utile mais inhabituel chez le chat, elle permet cependant de pratiquer une gamme de chirurgies mineures et de procédure de diagnostic [14].

4 CONCLUSION

Comme il est difficile de gérer ou de contrôler l'anesthésique administré en IM faute de la précision du poids chez le chat et vues les conséquences qui suivent la non maîtrise du seuil de tolérance de la dose létale 50 (DL50), il est important que le vétérinaire qui exerce en visite à domicile (VAD) ou en ambulatoire tienne compte de cet aspect et qu'il recourt plutôt à d'autres molécules pour la prémédication au besoin et aussi d'administrer graduellement des doses supportables afin de que le chat ne subisse le choc pendant et après l'opération. Dans d'autres cas, recourir à la dilution épargnerait le patient.

REMERCIEMENTS

Nous tenons vivement à remercier la section agrovétérinaire, spécialement la chaire qui s'occupe de la pharmacologie, chirurgie et clinique de l'ISEAV Mushweshwe et particulièrement Dr Mituga, Dr Muhigirwa et Pascal Nsambu sur le partage dans la compréhension de ces phénomènes physiopathologiques observés dont l'apport ouvre sur l'approfondissement de certains aspects de la biochimie clinique.

REFERENCES

- [1] MICHEL ALVINERIE, Rapport 2007, *Etude des effets indésirables chez les carnivores après exposition à la kétamine au cours d'un protocole anesthésique.*
- [2] HUICHU L., *Dissociative anesthetics.* In LUM AND JONES. *Veterinary anesthesia* 3rd Ed. Philadelphia, Léa & Febiger, 1997, 241-276.
- [3] SCOTT P.P., 1976, *The cat in : The UFAW Handbook on the care and Management of Laboratory Animals* (5th Ed.) Churchill Livingstone, Edinburg, UK. Pp. 330-356.
- [4] D. FLETCHER, 2002, *Kétamine et analgésie, Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar., conférences d'actualisation* 2002, p. 197-205.
- [5] THIEBAULT J.J., 1993, *Les anesthésiques injectables chez les carnivores domestiques.* Point Vét, 25, 35-41b.
- [6] P. RICHEBE, C. RIVAT, B. RIVALAN, P. MAURETTE, G. SIMMONET, 2005, *Kétamine à faible doses : antihyperalgésique, non algésique, annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, 24 ; 1349-1359.
- [7] REGNIER D., GUELFY J.F., *Effet de la sédation par la xylazine, acépromazine et la kétamine sur l'hémogramme du chat.* Revue de Médecine Vétérinaire, 1982, 133 : 243-248.
- [8] GREEN C.J., 1979, *Animal Anesthesia. Laboratory Animal Handbooks*, 8 Laboratory Animals Ltd, London, UK.
- [9] FARVER T.B., HASKINS S.C., PATZ J.D., 1986, *Cardiopulmonary effects of acepromazine and subsequent administration of Ketamine in dog.* Am. J. Vet. 47 (3) 631-635.
- [10] MION TORTOSA PETIT JEANS, 2001, *Kétamine et fonction respiratoire, Annales Françaises d'anesthésie et de réanimation*, 20, 8, 732-733.
- [11] FRANKEL T., HAWKEY C.M., 1980, *Hematological changer during sedation in cats.* Vet Rec, 107, 512.
- [12] RICHARDS, *Mortality anesthetic in cats*, Matthews Country, Virginia USA.
- [13] FULTON L., BOATFIELD M.P., CLIFFORD D.H., 1981, *Feline anesthesia. The state of the art in a Midwestern community.* Comp. Cont. Educ. Anim. Hlth. Tech. 2, 89.
- [14] SAWGER D.C., 1982, *The practice of small animal anesthesia* : W.B. Saunder Co., Philadelphia, PA.

Crise écologique - Manifestations et conséquences sur la population : Cas de Kisangani et Ikela (Kisangani / Tshopo/ RD Congo)

[Ecological crisis - Demonstrations and consequences on the population : Case of kisangani and Ikela (Kisangani / Tshopo / RD Congo)]

Bruno Augustin LONGELA NZASI¹ and Joseph TSHIMPANGA BAKADIANJILA²

¹Université d'Ikela, RD Congo

²Université de Kisangani, RD Congo

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

ABSTRACT: The ecological crisis as well as his/her/its demonstrations captivates the attention of the entire humanity. In our survey, we left from the question: what they are the demonstrations of the ecological crisis? This question allowed us to fix us two objectives in our survey: to present the different demonstrations of the ecological crisis and their consequences on the population; to show that the demonstration of the ecological crisis varies from a middle to another. To reach these two objectives, we consulted the documents treating the ecological crisis and the investigation done in the city of Kisangani and the farming city of Ikela. The result shows that in the city of Kisangani and the farming city of Ikela the heat, the drought and the floodings are the demonstrations of the ecological crisis. The heat is observed in the cities and the drought in the farming surroundings. What shows that the demonstrations of the different ecological crisis according to the middle. At the end, we raised some questions that can be the subject of the ulterior studies.

KEYWORDS: Ecopsychologie, warming up, climatic change

RESUME: La crise écologique ainsi que ses manifestations captive l'attention de l'humanité tout entière. Dans notre étude, nous sommes partis de la question : qu'elles sont les manifestations de la crise écologique ? Cette question nous a permis de nous fixer deux objectifs dans notre étude : présenter les différentes manifestations de la crise écologique et leurs conséquences sur la population ; montrer que la manifestation de la crise écologique diffère d'un milieu à un autre. Pour atteindre ces deux objectifs, nous avons consulté les documents traitant de la crise écologique et l'enquête effectuée dans la ville de Kisangani et la cité rurale d'Ikela. Le résultat montre que dans la ville de Kisangani et la cité rurale d'Ikela la chaleur, la sécheresse et les inondations sont les manifestations de la crise écologique. La chaleur est observée dans Les villes et la sécheresse dans les milieux ruraux. Ce qui montre que les manifestations de la crise écologique diffèrent selon le milieu. A la fin, nous avons soulevé quelques questions qui peuvent faire l'objet des études ultérieures.

MOTS-CLEFS: Ecopsychologie, réchauffement, changement climatique.

1 INTRODUCTION

La crise écologique est un domaine d'actualité qui captive l'attention de l'humanité tout entière, surtout les spécialistes dans le domaine de l'environnement, sans oublier les mouvements associatives qui luttent dans la protection de la nature. Les conférences sont organisées, plusieurs études sont menées par les scientifiques enfin d'apporter une réponse adéquate à

cette crise écologique. C'est pourquoi, cet article a pour but de définir le concept crise écologique, montrer ses conséquences sur la population, ainsi que ses manifestations dans la ville de Kisangani et la cité rurale d'Ikela.

Le concept crise écologique vient de deux termes à savoir ; crise et écologie. Le premier concept crise est un terme générique qui a plusieurs applications. Selon Wolf-Dieter Eberwein (1978, PP 126-127), Etymologiquement, le mot crise vient du grec krisis, décision. Dans la littérature, le mot crise a le sens de décider, de trancher, de juger, d'estimer ou d'expliquer. A la suite de ce sens de décision ou de jugement, le mot crise a désigné, en médecine, la phase d'une maladie pendant laquelle on assiste à un changement rapide dans l'évolution du mal. Il est juste de noter que souvent cette phase annonce aussi une phase de guérison.

La connotation négative de la crise selon l'encyclopédie encarta (2009) est apparue plus récemment, et est à rattacher aux domaines politiques (crise ministérielle, situation de crise entre deux états précédant un conflit) et économiques. Ainsi conçue, la crise se développe fondamentalement dans une temporalité qui règle les décisions prise par un sujet. Elle possède un avant et un après, des causes et des conséquences. Elle constitue le moment critique où il faut faire des choix, prendre des décisions avec discernement. Le terme désigne indifféremment le phénomène et ses résultats, la nécessité de la décision et les conséquences de cette décision, le moment critique, comme acmé, et la période qui l'entoure.

Pour Gabay MICHELE, (2010), le concept crise renvoie donc à une situation grave en soi et pour soi, une situation dans laquelle un système mise en place est malade. Ce système est souffrant car il ne fonctionne plus correctement et engendre des problèmes sanitaires propres aux mécanismes même du système, allant jusqu'à provoquer son implosion. La crise nécessite de ce fait un diagnostic, c'est-à-dire des réflexions scientifiques, politiques et morales destinées à soigner le système, à rétablir un équilibre dans les mécanismes dysfonctionnant. La crise appelle donc à terme soit à une convalescence, soit à un effondrement du système, victime de ses contradictions. C'est la situation actuelle dans laquelle se trouve notre planète la terre.

Le deuxième concept l'écologie, Selon l'encyclopédie wikipedia, Etymologiquement, le concept « écologie » dérive de deux mots grec ; « oikos » (maison) et logos (discours). Ainsi l'écologie signifie science de l'habitat c'est-à-dire , l'étude des conditions d'existence des êtres vivants , animaux et végétaux et des relations de toutes sortes qui existent entre être vivant et leur environnement . C'est une science qui se montre vaste y égard aux domaines préoccupés par la relation entre organisme et son milieu. À l'époque, l'écologie s'appelait « économie de la nature ». L'écologie moderne a commencé avec Charles DARWIN qui a mené des recherches sur l'adaptation des organismes et de sélection naturelle. A partir de 1930 cette nouvelle discipline qui est l'écologie prendra de l'ampleur, mais c'est en 1950 que son développement deviendra rapide.

Selon techno-science.net (2014), une crise écologique se produit lorsque le milieu de vie d'une espèce ou d'une population évolue de façon défavorable à sa survie. La crise dont nous faisons mention est du niveau planétaire. Cet évolution met la vie tous les humains en danger quant à leur survie dans leur habitat qui est la planète terre. Il n'y a aucune solution de rechange en rapport avec notre planète terre. Les sociologues Karine WEISS et Dorothee MARCHAN cité par Boisson B, épinglent l'opposition du genre humain d'affirmer sa suprématie d'un côté et de l'autre côté la nature, la fameuse "culture versus nature" qui a eu pour conséquence de dessiner deux univers distincts : la société et la nature entraînent la création d'une seconde, la nature culturelle, superposée à la nature biologique. La culture est le point clés explicatif de la crise que traverse la planète.

A ce sujet, plusieurs initiatives ont été prises en vue de juguler la crise ; les rapports des experts scientifiques, l'organisation des conférences, ajouter à cela, l'adoption des textes réglementaires dans plusieurs pays pour attirer l'attention de la population sur le danger qui guette l'humanité et la poussée à agir en faveur de la protection de la nature. Quelles sont les manifestations majeures de cette crise écologique ? C'est pourquoi dans cet article nous nous proposons de poursuivre deux objectifs ci-après : présenter les différentes manifestations de la crise écologique et leurs conséquences sur la population ; montrer que les manifestations de la crise écologique diffèrent selon les lieux.

2 METHODE

Dans la partie introductive de notre article, nous avons annoncé que notre travail poursuit deux objectifs à savoir ; présenter les différentes manifestations de la crise écologique et leurs conséquences sur la population et montrer que ces manifestations ne sont pas uniformes sur toute la surface du globe.

Pour atteindre nos deux objectifs, nous avons utilisé deux approches ; documentaire et l'enquête sur terrain auprès de 437 sujets dans la ville de Kisangani et la cité rurale d'Ikela. Les quartiers ont été retenus comme strate de prélèvement des unités d'étude. Un questionnaire a été mis à profit pour obtenir les opinions de la population sur les manifestations et les

conséquences de la crise écologique dans la vie quotidienne. Pour le dépouillement, nous avons utilisé le comptage fréquentiel et le logiciel SPSS 20 nous a aidé dans le traitement des données.

3 RESULTATS

Selon le rapport du GIEC (Groupement Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat ou IPCC en anglais) le réchauffement planétaire ou le réchauffement climatique ou encore global, se définit comme étant l'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, à l'échelle mondiale et sur plusieurs années.

Selon Pierre MARTIN (2007), pour la grande majorité des scientifiques, le réchauffement climatique est largement attribué à un effet de serre additionnel dû aux rejets de gaz à effet de serre et principalement des émissions de CO₂, à cause des activités humaines. Sa concentration atteint les 350 ppm à la fin du siècle dernier alors que pendant plus de cent mille ans (100 000) elle a varié entre 200 et 280 ppm. Cette augmentation est certainement due à la combustion des énergies fossiles telles que le charbon, le gaz naturel, le pétrole, des rejets polluants issus des industries et des transports ainsi que de la destruction des grandes forêts équatoriales. Pour ce qui est du changement climatique, nous retenons la définition donnée par le dictionnaire « environnement » ; le changement climatique désigne l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné, au cours du temps : réchauffement ou refroidissement. L'étude menée dans la ville de Kisangani ainsi que dans la cité rurale d'ikela montre que la population est de plus en plus conscient de ces deux phénomènes. Il a été demandé aux enquêtés de citer les éléments qui montrent que le climat change et se réchauffe. Le résultat nous le présentons dans Le tableau n^o 1

Tableau 1 : Effets du changement et réchauffement climatique

Effets du réchauffement	effectifs	%
Chaleurs	204	46,7
Sécheresse	128	29,3
Inondation	105	24
Total	437	100

Sur un total de 437 enquêtés, 204 en quêtés soit 46,7% ont constaté qu'il y a augmentation de la chaleur ambiante dans la ville de Kisangani et la cité d'ikela, 128 enquêtés soit 29,3% ont constaté qu'il y a de plus en plus des sécheresses et 105 enquêtés soit 24% ont constaté l'augmentation des inondations.

Nous avons voulu savoir si les manifestations liées au réchauffement et au changement climatique se manifeste de la même manière dans le milieu urbain, urbano- rural et totalement rural. Le résultat est présenté dans le tableau n^o 2.

Tableau 2 : manifestations selon le milieu

Effets du réchauffement Selon lieu	Lubunga		Makiso		Ikela	
	f	%	f	%	f	%
Chaleur	123	50	62	46,6	17	31
Inondation	68	27,3	43	32,3	15	27,2
Sécheresse	57	22,7	28	21,1	23	41,8
Total	249	100	133	100	55	100

Le résultat de ce tableau montre que le milieu urbain avec la commune de makiso et le milieu urbano- rural, la commune de Lubunga observe de plus en plus la chaleur avec respectivement 123 enquêté soit 50% pour lubunga et 62 enquêtés soit 46,6 pour la commune urbaine de la Makiso. Le milieu rural, la cité d'ikela observe la sécheresse avec 23 enquêtés soit 41,8%. Ce résultat montre que les manifestations du réchauffement et du changement climatique ne sont observées de la même façon selon le milieu de vie.

Les effets du changement climatique ne sont pas seulement observables à Kisangani mais dans le monde entier avec des conséquences graves sur la population. La revue on wo vision (2015), indique que 500 catastrophes ont été recensées dans le monde soit une progression de 20% par rapport à l'année 2006. Elle ajoute que la décennie 1997 à 2006 le nombre des catastrophes a augmenté de 60% par rapport à la période 1987-1996, soit 4241 à 6806 catastrophes

La revue google/sandoline (2008) fait mention d'une étude du groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat GIEC en sigle, constate que depuis 2004 une très forte saison cyclonique est constatée par les météorologues. La liste des cyclones dévastateurs et de fortes intensités est très longue ces dernières années. Dans ce rapport les statistiques font état de 600.000 décès déplorés pour la période de 1987 – 1996 et de 1,2 million des décès de 1997 à 2007. 250 millions des personnes par an sont touchées par les inondations et autres phénomènes météorologiques. La revue planète info (2013) sur le web montre que le 7 novembre 2013, le super typhon Haiyan, un de plus puissant au monde, avec des rafales de vent atteignant le 379km/h a dévasté et endeuillée les Philippines, plus 10.000 morts. La revue mentionne également que l'année 2010 est considérée comme la pire des années de catastrophes violentes et nombreuses : 950 catastrophes ayant tué 295.000 personnes.

Selon Philippe AMBROSI et Stéphane HALLEGATTE , l'Afrique produit 4% de gaz à effet de serre émis dans le monde, mais elle n'est pas épargnée des conséquences du réchauffement et du changement climatique. Les sécheresses très dures et de plus en plus longue alternent et se succèdent aux inondations. Cette situation entraîne la famine ainsi que le déplacement des populations, facteurs de risque dans le conflit entre communautés, cas de Bororo en R.D.Congo (nomade éleveurs venant des régions sahéenne du lac Tchad). Le rapport IDMC (2010), sur les personnes déplacées publié par l'Observatoire des situations de déplacement interne révèle que 32,4 millions de personnes ont été contraintes de quitter leur domicile en 2012 suite à une catastrophe naturelle de type inondation, tempête ou tremblement de terre

4 DISCUSSION

Défini comme l'évolution défavorable du milieu à la survie de l'espèce ou d'une population, la crise écologique se manifeste par le changement et réchauffement climatique avec son cortège des conséquences sur la population dans le monde. Si l'augmentation des catastrophes est observée dans le monde avec le nombre des cyclones, ouragans, typhons et les inondations, il est aussi observé que l'Afrique est surtout victime des sécheresses qui alternent avec les inondations, surtout dans les régions sahéennes.

Selon le rapport de GIEC 250 millions des personnes dans le monde sont touchées par les conséquences du changement et réchauffement climatique. Notre étude réalisée dans la ville de Kisangani et la cité rurale d'Ikela montre que la crise écologique est un tout composite. Elle se manifeste également dans la ville de Kisangani et la cité rurale d'Ikela. Les manifestations majeures mentionnées ci- haut, ouragan, cyclone, typhon, inondation etc., ne s'observent pas ensemble dans une partie donnée de la planète, ou les manifestations évoquées ci – haut ne sont pas observées sur l'ensemble de la planète. Telle partie peut subir les ouragans telle autre les inondations, sècheresses ainsi de suite.

L'étude va plus loin pour ressortir la différence de manifestation au sein d'un même pays ou d'une même région. Cette étude montre que si la chaleur c'est une manifestation majeure qui constitue le lot quotidien des habitants des villes, la sécheresse est la manifestation majeur observée dans les milieux ruraux. Ce qui nous amène à confirmer que les manifestations de la crise écologique diffèrent d'un milieu à un autre.

5 CONCLUSION

A l'issus de notre article, nous pouvons répondre à notre question de départ que les événements métrologiques extrêmes comme les ouragans, typhons, cyclones, sécheresse etc. sont les manifestations de la crise écologique. Les conséquences sont multiples : l'augmentation du nombre des décès dû aux catastrophes naturelles, le déplacement des populations, l'émergence des conflits communautaire voir même entre les pays etc. ce qui montre que notre milieu de vie la terre devient de plus en plus dangereux pour tous ses habitants.

Cette étude est intéressante du fait qu'elle montre que ces manifestations majeurs de la crise écologique ne se présentent pas ensemble partout. Elle varie selon le milieu, nous tirons l'attention des intervenant sur la crise écologique ou l'homme est la cible centrale, comme en psychologie et en ecopsychologie, que les interventions accés sur l'homme doit tenir compte de différentes manifestations majeures de la crise écologique dans le milieu ou s'opère l'intervention. Que faire pour amener la population à prendre conscience de la crise écologique ? Existe-il des comportements écologiques dans la population ? Quelle est son niveau de connaissance en rapport avec les concepts liés à la crise écologique ? Ces questions feront l'objet d'investigations ultérieures.

REFERENCES

- [1] Boisson Bernard. (2008, p.167). nature primordiale, des forêts sauvages au secours de l'homme : Ed. Apogées.
- [2] MICHELE.G, (2005), Communiquer dans un monde en crise – Images, représentations et médias. Éditions l'Harmattan.
- [3] MARTIN P. (2007), Ces risques que l'on dit naturels, Ed. Eyrolles, Paris.
- [4] Roszak T. (1993) The voice of the Earth: An exploration of ecopsychology", Touchstone, New York.
- [5] Philippe AMBROSI, Stéphane HALLEGATTE, (2005), changement climatique et enjeux de sécurité, C.I.R.E.D, septembre.
- [6] Encyclopédie wikipedia .
- [7] www.onwovision.com / mercredi 11 décembre 2013, 15:04
- [8] www.sundoline.sn/spp.ph,11 decembre 2013, 15:47.
- [9] www.internal-displacement.org le 27 décembre 2013, 11h39
- [10] www.RDtube.com le 05 janvier 2015 ; 13h03
- [11] Rapports des Nations Unies : Evaluation des Ecosystèmes du Millénaire, 2005 ; GIEC : Rapport, 2009 ; UICN : Liste rouge, 2010 ; PNUE : Perspectives mondiales de l'environnement, 2010 ; Secrétariat de la convention sur la diversité biologique : Perspectives mondiales de la diversité biologique, 2010.
- [12] Gaston KIBWANI, (2015), de psychologie expérimentale, cours inédit, F.P.S.E/ UNIKIS.

Diversité des macroinvertébrés benthiques et paramètres physicochimiques de la rivière Tshula, dans le bassin du Lac Kivu, RD Congo

[Diversity of benthic macroinvertebrates and physicochemistry of the Tshula river, in Lake Kivu basin, DR Congo]

Jean-Marie Mucheso¹, B. Muhigwa², M. Isumbisho³, K. Kalakuko⁴, J. Bagalwa⁵, and B. Irengé⁶

¹Institut supérieur des Arts et Métiers (I.S.A.M) de Bukavu, RD Congo

²Université Officielle de Bukavu (U.O.B), RD Congo

³Unité d'Enseignement et de Recherches en Hydrobiologie Appliquée (U.E.R.H.A), Dpt. De Biologie-Chimie, ISP/Bukavu, RD Congo

⁴Institut supérieur des Techniques Médicales (I.S.T.M) de Bukavu, RD Congo

⁵Département de biologie, Centre de recherche en sciences naturelles, Lwiro, Bukavu, RD Congo

⁶Université Officielle de Bukavu (U.O.B), RD Congo

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

ABSTRACT: The diversity of benthic macroinvertebrates of Tshula River in Bukavu basin of Lake Kivu and physico-chemical and bacteriological parameters influencing their populations were studied during 8 months at four sampling stations. Two phyla were identified: Arthropods dominated (88.5%, 23 taxa out of 26) and Annelids (11.5%, 3 taxa). According to the number of individuals per species, *Chironomus tentans* dominates (52.7% of the total), followed by *Simulium venustum* (24.1%) and *Baetis sp* (11.9%).

The Shannon diversity indices seasonally averaged $H' = 1.174$ for the rainy season and $H' = 0.64$ for the dry season. The abundance of the pollution sensitive Chironomids confirmed the high pollution levels of this river alike previous studies. Physico-chemical parameters vary between the sites and influence 78% the variation of benthic macroinvertebrates numbers. Conductivity, dissolved oxygen, total phosphorus and suspended matters influence most significantly the diversity of benthic macroinvertebrates.

KEYWORDS: Macroinvertebrates, Physicochemistry, Lake Kivu basin, DR Congo.

RÉSUMÉ: La diversité des macroinvertébrés benthiques de la rivière Tshula dans le bassin du lac Kivu et des paramètres physicochimiques et bactériologiques influençant leur peuplement ont été étudiés durant une période de 8 mois (Février à Septembre 2012) dans quatre stations d'échantillonnage. Deux embranchements ont été identifiés durant l'échantillonnage dont les arthropodes largement dominants (88,5%, 23 taxa sur 26) et les annélides (11,5%, 3 taxa). Selon le nombre d'individus par espèce, le *Chironomus tentans* domine (52,7% du total de taxa) suivie de *Simulium venustum* (24,1%) et de *Baetis sp* (11,9%). Les indices de diversité de Shannon (H') varient saisonnièrement avec des moyennes de $H' = 1,174$ pour la saison de pluie et $H' = 0,64$ pour la saison sèche. L'abondance des espèces polluosensibles comme les Chironomides a confirmé la pollution de cette rivière mise en évidence dans les études précédentes. Les paramètres physicochimiques varient d'un site à l'autre et influencent à 78% la variation des macroinvertébrés benthiques identifiés. La conductivité,

l'oxygène dissous, le phosphore total et les matières en suspension sont ceux qui influencent significativement la diversité des macroinvertébrés durant la période d'étude dans ces stations.

MOTS-CLEFS: Macroinvertébrés, physicochimie, Tshula, Lac Kivu, RD Congo

1 INTRODUCTION

La Tshula est une des cinq rivières que compte le sous-bassin hydrographique du lac Kivu située dans la ville de Bukavu, en République Démocratique du Congo, en Afrique centrale. Sur ses 6,21 Km de parcours, cette rivière se jette dans le lac Kivu après avoir traversé des zones de cultures, une carrière d'extraction des pierres, un des quartiers les plus denses de la ville caractérisé par des déversements sauvages des déchets et où est localisée une usine pharmaceutique.

Les études existantes sur la rivière Tshula portent sur la qualité de ses eaux [1,], [2], [3] sur les inondations et la sédimentation dans ses basses terres [4]. Ces études ont révélé la pollution organique de cette rivière du fait de l'anthropisation. Cette pollution organique influence les organismes qui peuplent cet écosystème aquatique. En effet, les activités anthropogéniques sont responsables souvent de la perte de la biodiversité dans les écosystèmes [5]. Dans les études de la surveillance de la qualité de l'eau, les paramètres physico-chimiques, ne suffisant pas pour qualifier la qualité des eaux [6], l'association avec les paramètres biologiques aident à compléter et à confirmer cette qualité. La surveillance du niveau de pollution d'un milieu aquatique réalisée à l'aide des bioindicateurs comme les macroinvertébrés a été largement étudié dans d'autres pays [7], [8] mais très peu d'études sont réalisées en Afrique et spécialement en RD Congo.

C'est ainsi que la présente étude dans le bassin du Lac Kivu est orientée vers la contribution à la connaissance de l'impact des facteurs anthropiques sur la diversité des macroinvertébrés et les paramètres physicochimiques de la rivière Tshula dans l'optique d'une surveillance de la pollution des eaux du bassin du Lac Kivu.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

La Tshula tire sa source dans les montagnes qui surplombent le lac Kivu, à 2181m d'altitude, d'où elle descend jusque dans le lac Kivu à 1460 m d'altitude. Le climat y est de type tropical humide avec une saison sèche qui s'étend du mois de Mai à fin Août début Septembre. La pluviométrie annuelle y varie autour de 1.300 mm d'eau et le débit moyen est de 0,076 m³/sec [4].

Cette étude a été menée sur quatre stations d'échantillonnage dont la localisation est présentée dans la figure 1 ci-dessous.

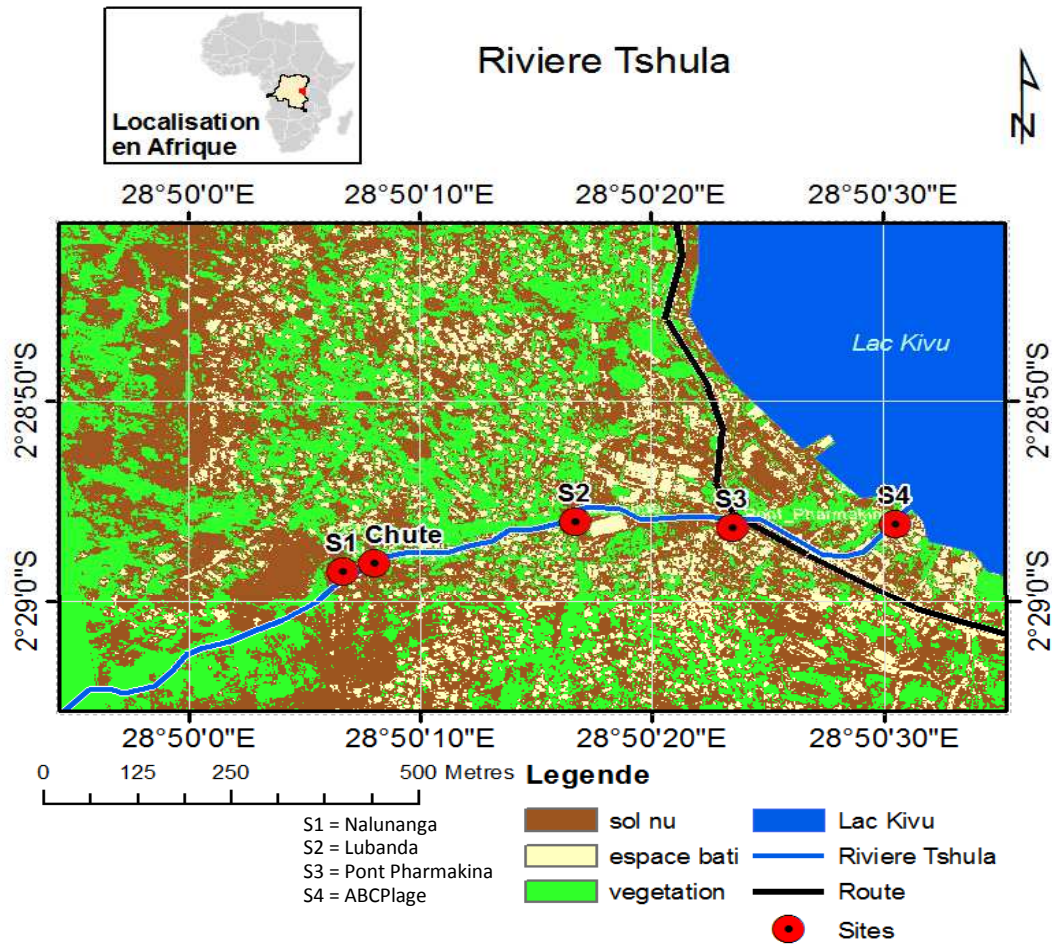


Figure 1 : Localisation de la riviere Tshula et des stations d'étude dans le bassin du lac Kivu

Cette carte a été produite sur base des coordonnées géographiques prélevées à l'aide d'un GPS de marque GARMIN GPS 60 et qui ont été digitalisées à l'aide du logiciel Arc GIS 9.

Les caractéristiques des 4 stations d'échantillonnage sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Cartographie et principales caractéristiques des stations d'étude

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Type de courant	Substrat minéral	Activités anthropiques
S1 : Nyalunanga	02°28'58,1''S	28°50'06,4''E	1511	Lent	Rocheux	Carrière de pierres
S2 : Lubanda	02°28'55,6''S	28°50'16,5''E	1489	Rapide	Rocheux, vaseux	Point de lessive et baignade en plein quartier ; Canalisation des eaux usées et rejets des ordures dans la rivière.
S3: Pont Pharmakina	02°28'55,9''S	28°50'23,3''E	1466	Rapide	Rocheux, gravier	Route nationale et canalisation dans la rivière des rejets liquides provenant de l'usine pharmaceutique
S4 : ABC Plage	02°28'55,7''S	28°50'30,3''E	1461	Lent	Vaseux	Cultures maraichères et habitations

2.2 RECOLTE ET MESURE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX

Les échantillons d'eau pour les analyses chimiques ont été recueillis à chacune des 4 stations de prélèvement de l'amont (S1) à l'aval (S4) durant huit mois, de février à septembre 2012 entre 12 heures et 15 heures. Le pH, la conductivité et la température ont été mesurés in situ respectivement à l'aide d'un pH-mètre de marque JENWAY 3060, un conductimètre de marque GREISINGER 020 (de spécification 0 – 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), et un thermomètre de marque DIGITAL (de spécification -50 à +300°C).

L'oxygène dissous était fixé sur le terrain et analysé suivant la méthode de Winkler [9], [10]. La DBO_5 était analysée le 5^{ème} jour après incubation à 20°C. Les nutriments (phosphore total, azote total, nitrates et ammonium) étaient analysés au Laboratoire de Malacologie du Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN/Lwiro, RD Congo) par la méthode spectroscopique utilisant un spectrophotomètre UV de marque Unico 1200. Le phosphore total et l'azote total étaient dosés dans les échantillons non filtrés après digestion dans un autoclave à 120°C (une heure) par le persulfate. L'ammonium (NH_4^+) était analysé par la méthode colorimétrique après filtration sur du papier Whatman GF/F. Les nitrates (NO_3^-), après leur filtration, étaient réduits sur la colonne de zinc suivant les méthodes proposées par Wetzel et Likens [11].

Les matières en suspension (MES) étaient mesurées au Laboratoire galénique de la Faculté de médecine et pharmacie de l'Université Officielle de Bukavu par la méthode proposée par Golterman et al. [9]. Ainsi, 1 litre d'eau était filtrée sur papier filtre Whatman n°1 préalablement séché à l'étuve à 100°C. Le papier était pesé avant la filtration et ensuite après filtration et séchage.

2.3 RECOLTE ET IDENTIFICATION DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES

La récolte des macroinvertébrés benthiques était faite dans les quatre stations à l'aide d'un filet troubleau conique de dimension 30 x 30 cm et de 400 μm de maille les mêmes jours de collecte des échantillons des paramètres physicochimiques. Ainsi, 20 coups de filet étaient effectués durant 30 secondes chacun sur une distance de 100 mètres sur des macrohabitats différents par la nature de leur substrat, la vitesse de courant d'eau, la végétation riveraine et par les activités anthropiques, etc [7], [8], [12], [13]. Les organismes récoltés étaient triés à l'aide des pinces et fixés à l'alcool éthylique 70% puis transportés au laboratoire de Malacologie du CRSN/Lwiro, où ils étaient identifiés à l'aide d'une loupe binoculaire de marque WILD M5 (40 x 40) et identifiés à l'aide des clés appropriées [14], [15], [16].

2.4 ANALYSE DES DONNEES

L'analyse des données a été faite à l'aide du logiciel STATISTICA en vue de comparer les concentrations des polluants des eaux dans les stations et mettre en évidence les niveaux des significations entre ces paramètres. Les analyses de la variance à un critère de classification (ANOVA 1) ont servi pour comparer les moyennes des différentes données abiotiques (physico-chimiques) et biotiques (macroinvertébrés benthiques) récoltées. A l'aide du logiciel CANOCO 4.5., une analyse canonique de correspondances a été faite pour mettre en correspondance les données abiotiques et biotiques récoltées.

3 RESULTATS

3.1 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU DE LA TSHULA

Les résultats des analyses physicochimiques sont présentés dans le tableau 2 ci-après par les valeurs moyennes mesurés durant la période d'étude (Février à Septembre 2012).

Tableau 2 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la rivière Tshula aux stations d'échantillonnage

Paramètres	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyennes des 4stations
Température (°C)	22,6	23,7	24,7	24,2	23,8
pH	7,2	6,9	7,4	7,6	7,3
Conductivité (µS/cm)	13,4	150,9	163,1	174,9	154,8
Oxygène dissous (mg/l)	6,8	5,3	5,01	4,7	5,4
DBO ₅ (mg/l)	4,6	3,9	2,9	3,3	3,7
Phosphore total (µmole/l)	0,4	0,6	0,7	0,8	0,6
Azote total (µmole/l)	9,3	17,1	14,6	11,7	13,2
NO ₃ ⁻ (µmole/l)	3,9	3,4	3,3	5,4	4,05
NH ₄ ⁺ (µmole/l)	0,9	1,02	1,2	1,4	1,1
MES (g/L)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3
Coliformes fécaux (cfu/100 mL)	290,5	2.973,7	1.041,2	Innombrable*	
Streptocoques fécaux(cfu/100 mL)	1.078,0	978,7	1.120,0	Innombrable*	

* = supérieur à 20.000 cfu/100 mL

Le taux d'oxygène dissous y diminue de la station 1 (amont) à la dernière (aval), preuve d'un appauvrissement progressif de l'eau en oxygène de l'amont en aval. La DBO₅ et les taux des nitrates diminuent de S1 à S3 avant d'augmenter à la dernière station (S4). La DBO₅ est faible (de 4,7 à 6,8 mg/l) comme trouvée dans d'autres rivières de la région [17], [5] et elle est, à toute les stations, inférieure à la valeur de 6 mg/l recommandée par les normes établies par l'APHA [18]. L'augmentation de la DBO₅ et des nitrates à la station 4 alors qu'elle évoluait en décroissant de la station 1 à la station 3 s'expliquerait par la canalisation des toilettes dans la rivière et par l'épandage d'engrais dans les champs maraichers autour de cette station. En fait, l'épandage d'engrais est cité avec les eaux usées comme une des principales sources de nitrates dans les pays de l'Union européenne [18] et avec la canalisation des toilettes dans la rivière à cette station y implique une augmentation du taux des matières organiques et une intensification des activités des microorganismes décomposeurs [20]. Ainsi, ces derniers y sont plus actifs qu'à d'autres stations.

La conductivité, le taux de phosphore total, de l'ammonium et des matières en suspension augmentent dans les stations de l'amont à l'aval suite probablement au cumul progressif des apports des activités anthropologiques et le lessivage des terres par l'érosion sur les pentes abruptes des berges le long de la rivière. La conductivité varie entre 13,4 et 174,9, valeurs de loin inférieures à 1000µS/cm qui expriment les eaux douces [21].

Les coliformes et streptocoques fécaux sont présents à toutes les stations. Elles évoluent de manière croissante de la première à la dernière station ce qui témoigne de pollution fécale récente qui rend l'eau de la rivière impropre à la consommation comme eau de boisson.

Les figures 2, 3 et 4 ci-dessous montrent les fluctuations des valeurs des paramètres physico-chimiques aux différentes stations de prélèvement sur la Tshula.

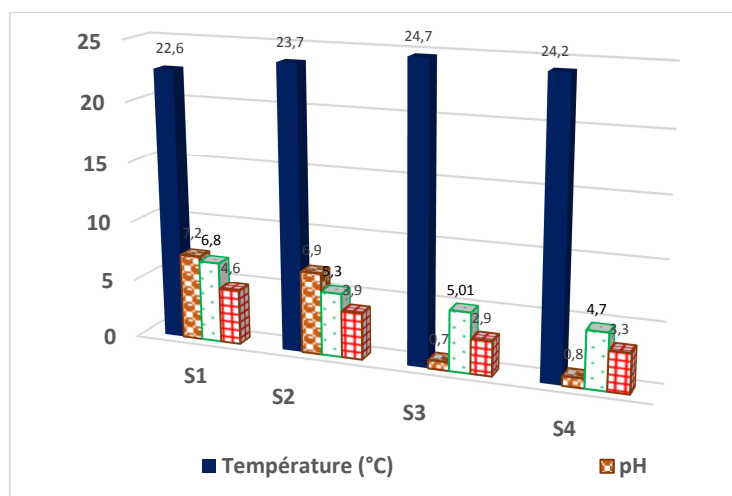


Figure 2 : Histogrammes des valeurs moyennes de température, de pH, d'oxygène dissous et de DBO₅ aux stations d'échantillonnage sur la Tshula

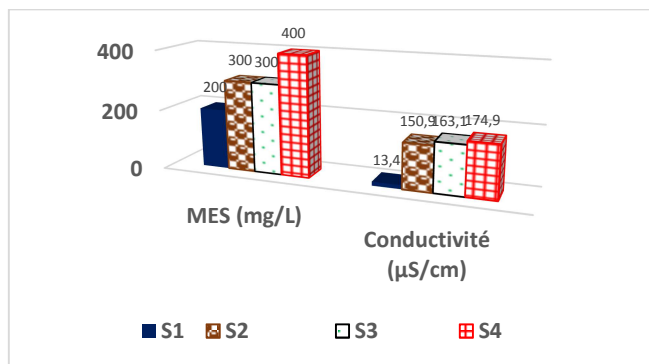


Figure 3 : Histogrammes des valeurs moyennes des MES et de la conductivité

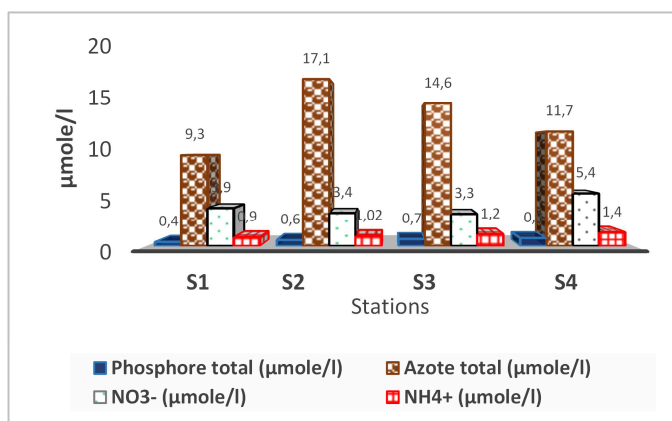


Figure 4 : Histogrammes des valeurs moyennes du phosphore total, de l'azote total, des nitrates et de l'ammonium aux stations d'échantillonnage sur la Tshula

Ces histogrammes des figures 2, 3 et 4 indiquent que la conductivité électrique, les MES (Figure 3) et les taux de phosphore total et d'ammonium (Figure 4) augmentent de la première station à la dernière (d'amont en aval dans la zone d'étude). Les nitrates (Figure 4) générés par les rejets organiques des canalisations des toilettes et l'utilisation des engrais azotés par les cultivateurs maraichers autour de la station, et la DBO₅ (Figure 2), conséquence de l'intensification des activités de dégradation des matières organiques biodégradables contenues dans ces rejets diminuent de la station 1 à la station 3 avant d'augmenter à la station 4 où les pratiques anthropogéniques ci-haut évoquées sont intensifiées. La conductivité électrique est caractéristique des eaux de très faible minéralisation pour la station 1 (entre 0 et 100µS/cm) et de minéralisation faible (entre 100 et 200µS/cm) pour les sites 2,3 et 4 situées en aval. La minéralisation moyenne est dans cette gamme de minéralisation faible [22].

3.2 VARIATION SAISONNIERE DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES

Les résultats d'analyse mensuelle des paramètres physico-chimiques sont repris dans le tableau n° 3 ci-dessous.

Tableau n° 3 : Valeurs moyennes mensuelles des paramètres physicochimiques des 4 stations d'échantillonnage

Paramètre physico-chimiques	Saison pluvieuse				Saison sèche			
	F	M	A	M	J	J	A	S
Température (°C)	22,9	27,3	25,4	24,2	21,4	24,1	22,7	22,7
pH	7,4	7,6	7,5	7,2	7,3	7,0	7,5	7,2
Conductivité (µS/cm)	128,1	150,2	147,8	161,7	175,8	166,1	156,9	152,5
DO (mg/l)	6,2	9,0	5,1	4,2	4,7	5,5	4,1	5,1
DBO ₅ (mg/l)	5,1	2,9	2,3	4,7	3,7	3,8	3,6	3,6
Phosphore total (µg/l)	1,3	0,2	1,2	0,5	0,6	0,4	0,6	0,7
Azote total (µg/l)	6,4	0,2	16,0	9,9	4,6	10,2	29,9	28,6
Nitrate (µg/l)	3,0	1,8	4,2	2,0	1,9	2,5	8,8	8,2
Ammonium (µg/l)	1,3	1,3	0,6	1,3	0,2	1,3	1,5	1,4
MES (mg/l)	264	685	268	263	171	506	245	294

Le pH varie de 7,6 (Mars en saison de pluie) à 6,9 (Juillet en saison sèche). La conductivité, avec une moyenne de 154,9µS/cm, présente des valeurs plus petites en saison pluvieuse, avec une valeur plus élevée en Mai (161,7µS/cm) et la plus petite en Février (128,1µS/cm) de la saison. La plus grande valeur de la période d'échantillonnage est de 175,8µS/cm observée au début de la saison sèche en juin après lequel la conductivité diminue progressivement jusqu'à la fin de la période d'échantillonnage en septembre (152,5 µS/cm).

Les taux d'oxygène dissous les plus élevés sont observés dans la saison de pluie (moyennes de 6,1 mg/l contre 5,5mg/l pour la saison sèche). Le taux le plus élevé des 8 mois d'étude est celui de mars (8,9mg/l) en période des pluies diluviennes contre un maximum de 5,5mg/l du mois de juillet pour la saison sèche. Les taux les plus bas sont de 4,2 mg/l (en mai) pour la saison pluvieuse, et 4,1 mg/l en août pour la saison sèche. La DBO₅ présente son taux maximal (5,2mg/l) en saison pluvieuse, au mois de février. Son taux moyen est de 3,7mg/l et ses valeurs les plus basses sont enregistrées en mars (2,9mg/l) et en avril (2,3mg/l). Celles de la saison sèche sont comprises entre 3,6mg/l (minimale, en août) et 3,8mg/l (maximale, en juillet).

Les matières en suspension (MES) sont d'une valeur moyenne 370mg/l en saison pluvieuse. En cette saison, elles atteignent une valeur maximale de 685g/l en mars, après lequel elle baisse jusqu'à 263mg/l en mai. En saison sèche où la moyenne est de 304mg/l, les MES présentent un maximum de 506mg/l en juillet et un minimum 171gm/l en juin. Les nutriments à base d'azote (l'azote total, les nitrate, et l'ammonium), ont des taux moyens respectifs de 0,18mg/l NT, 0,25mg/l NO₃⁻ et 0,019mg/l NH₄⁺; plus élevés durant la saison sèche avec des maxima au mois d'août (0,42mg/l NT, 0,39mg/l NO₃⁻ et 0,027mg/l NH₄⁺). Leurs valeurs baissent au mois de septembre, début de la saison des pluies (0,4mg/l NT, 0,51mg/l NO₃⁻ et 0,025mg/l NH₄⁺). Par contre, le phosphore total a des taux plus élevés en saison pluvieuse (moyenne de 0,039mg/l PT contre 0,02 mg/l PT en saison sèche).

3.3 MACROINVERTEBRES BENTHIQUES IDENTIFIES

Le dénombrement des individus récoltés sur l'ensemble des stations de prélèvement (tableau 3) a donné un total de 2265 individus repartis en 26 taxons. Ces taxons sont repartis en 2 embranchements (arthropodes et annélides).

Le tableau 3 ci-dessous indique la présence ou l'absence des taxa des macroinvertébrés benthiques récoltés aux différents mois de collecte.

Tableau 3: Liste des macroinvertébrés benthiques inventoriés durant les 8 mois d'échantillonnage

Classe	Ordre	Famille	Taxon	Saison de pluie				Saison sèche			
				F	M	A	M	J	J	A	S
Insectes	Diptères	Chironomidae	<i>Chironomus tentans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
		Muscidae	<i>Limnophora torreyae</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
		Simuliidae	<i>Simulium venustum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
		Tabanidae	<i>Tabanus atratus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
		Sciomyzidae	<i>Sepedon fuscipennis</i>	+	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Dictya pictipes</i>	-	-	-	-	+	-	+	-
		Syrphidae	<i>Tubifera tenax (L)</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
			<i>Tubifera flavipes</i>	-	-	-	-	-	+	+	+
		Ceratopogonidae	<i>Palpomyia tibialis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
			<i>Palpomyia sp</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
		Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
		Tendipedidae	<i>Symbiocladius equitans</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
		Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
		Psychodidae	Non identifie	-	+	-	-	-	-	-	-
		Thaumaleidae	Non identifié	-	-	+	+	-	-	-	-
	Ptychopteridae	<i>Ptychoptera rufocincta</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	
	Odonates	Gomphidae	<i>Progompus obscurus</i>	+	-	-	-	-	-	-	
		Coenagrionidae	<i>Coenagrion resolutum</i>	+	-	-	-	-	-	-	
	Coléoptères	Elmidae	<i>Stenelmis lateralis</i>	+	-	-	-	-	-	-	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	-	+	-	+	+	+	+	
			<i>Adenophlebia sp</i>	-	-	+	+	-	-	-	
		<i>Adenophlebiodes sp</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Psychoda sp</i>	+	-	-	-	+	+	-	
<i>Hydropsyche simulans</i>			+	+	+	+	+	+	+		
Hirudinés	Arhynchobdellides	Haemopidae	<i>Haemopis grandis</i>	+	-	-	-	-	-	-	
			<i>Haemopis sanguisuga</i>	+	-	-	-	-	-	-	
Oligochètes	Prosopores	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus inconstans</i>	-	+	-	-	-	-	+	
Total	7	21	26	13	10	6	8	8	9	7	6

Les arthropodes sont quasi dominants grâce à la classe des Insectes (23 taxa, soit 88,5 % des 26 récoltés, répartis dans 5 ordres (Diptères, Odonates, Coléoptères, Ephéméroptères et Trichoptères). Les Annélides récoltés (3 taxa, soit 11,5% du total des taxa) sont constitués de 2 taxa de la classe des Hirudinées avec 2 taxa, *Haemopis grandis* et *Haemopis sanguisuga*, et de la classe des Oligochètes avec 1 taxon, *Lumbriculus inconstans*.

3.4 STRUCTURE DU PEUPEMENT EN MACROINVERTEBRES

Le tableau 4, ci-après indique la présence ou l'absence de taxa de macroinvertébrés benthiques aux différentes stations d'échantillonnage à chacune des deux saisons.

Tableau 4 : Liste des macroinvertébrés benthiques en fonction des mois sur l'ensemble de stations d'étude sur la Tshula

Classe	Ordre	Famille	Taxon	Saison pluvieuse				Saison sèche				
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Insectes	Diptères	Chironomidae	<i>Chironomus tentans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Muscidae	<i>Limnophora torreyae</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		Simuliidae	<i>Simulium venustum</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	
		Tabanidae	<i>Tabanus atratrus</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	
		Sciomyzidae	<i>Sepedon fuscipennis</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	
			<i>Dictya pitipes</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	
		Syrphidae	<i>Tubifera tenax</i> (L)	-	-	-	+	-	-	+	-	
			<i>Tubifera flavipes</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	
		Ceratopogonidae	<i>Palpomyia tibialis</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	
		Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	
		Tendipedidae	<i>Symbiocladus equitans</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	
		Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	
		Psychomyiidae	Non identifié	-	-	-	+	-	-	-	-	
		Thaumaleidae	Non identifié	+	-	-	+	-	-	-	-	
		Ptychopteridae	<i>Ptychoptera rufocincta</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	
	Coenagrionidae	<i>Coenagrion resolutum</i>	-	+	+	-	-	-	-	-		
	Odonates	Gomphidae	<i>Progompus obscurus</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	
	Coléoptères	Elmidae	<i>Stenelmis lateralis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	+	+	-	-	+	+	+	+	
			Leptophlebiidae	<i>Adenophlebia sp</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Adenophlebiodes sp</i>		+	+	-	-	-	-	-	-	-		
Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Psychoda sp</i>	-	+	-	-	+	-	-	-		
		<i>Hydropsyche simulans</i>	+	-	+	+	+	+	+	-		
Hirudinés	Arhynchobdellidés	Haemopidae	<i>Haemopsis grandis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>Haemopsis sanguisuga</i>	-	-	-	+	-	-	-	-		
Oligochètes	Prosopores	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus inconstans</i>	-	+	-	-	+	+	-	-	
Nombre de taxa par station				13	12	5	11	8	7	5	3	

La richesse taxonomique mensuelle a été plus élevée en saison de pluie (13, 12, 5 et 11 taxa) qu'en saison sèche (8, 7, 5 et 11 taxa). Seuls 3 espèces *Chironomus tentans*, *Simulium venustum* de l'ordre des diptères, et *Hydropsyche simulans* de l'ordre des trichoptères, ont été récoltés tous les 8 mois de campagne. Les espèces qui n'ont été récoltées que durant la saison sèche sont *Dictya pictipes* (Famille de Sciomyzidae), *Tubifera flavipes* (Syrphidae), *Ptychoptera rufocincta* (Ptychopteridae) et *Palpomyia sp* (Ceratopogonidae), toutes de l'ordre de diptères. Les espèces récoltées uniquement durant la saison pluvieuse, l'ont été vers l'amont de la rivière, uniquement à la station 1 pour les ordres des Arrhynchobdelides, des Odonates, des Coléoptères et les diptères des familles des Muscidae et Tabaniidae. Les individus récoltés uniquement en saison pluvieuse sont des diptères appartiennent à 4 familles, les Tipuliidae, Tabanidae, Stratiomyidae et Ptychodidae.

3.5 INDICE DE DIVERSITE DE SHANNON-WEIVER

Les valeurs des indices de Shannon calculées pour différentes stations ont respectivement de 1,19 ; 1,07 ; 1,08 et 1,35 pour S1, S2, S3 et S4 durant la saison pluvieuse et de 1,18 ; 0,66 ; 0,65 et 0,006 pour S1, S2, S3 et S4 durant la saison sèche. La figure 5 présente les valeurs et histogrammes de l'indice de Shannon-Weiver calculés pour chaque station à chaque saison.

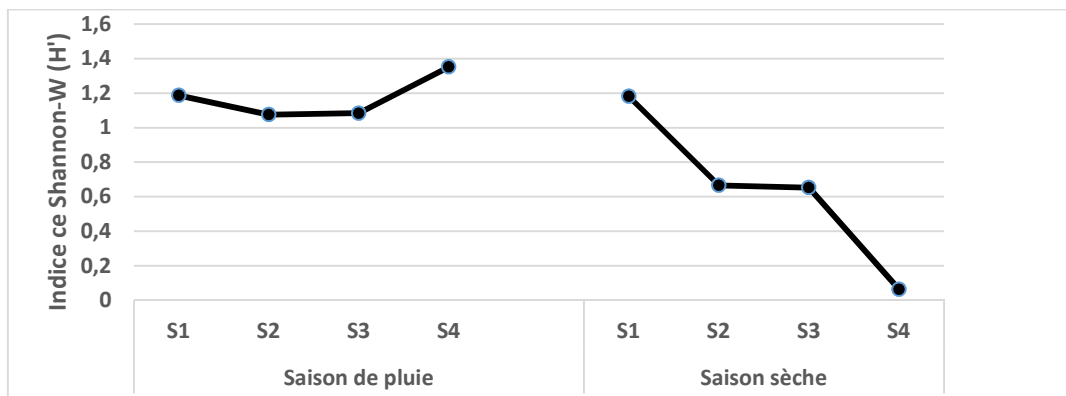


Figure 5 : Evolution de l'indice de Shannon-Weiver aux différentes station avec les saisons.

Les indices de Shannon moyens sont de 1,174 pour la saison pluvieuse correspondant à la gamme de qualité "Eaux modérément polluées", et 0,641 pour la saison sèche, correspondant à la gamme "des Eaux polluées". Les valeurs de l'indice de Shannon diminuent continuellement aux stations d'amont à l'aval durant la saison sèche. Par contre pour la saison pluvieuse, les valeurs de l'indice de Shannon diminuent de S1 à S2 avant de croître en augmentant de S3 à l'aval (S4). Cette particularité s'explique certainement par une autoépuration des eaux qui aurait eu lieu en saison de pluie entre S3 et S4 par le marais, un écosystème reconnu comme filtrant des eaux des [17]. Pareil constat a été fait sur un site marécageux de la Mpungwe [5], une rivière de même bassin hydrographique que la Tshula. En ne considérant que les stations, les histogrammes de la figure 6 ci-après indiquent une baisse progressive des valeurs moyennes de l'indice de Shannon-Weiver de l'amont en aval.

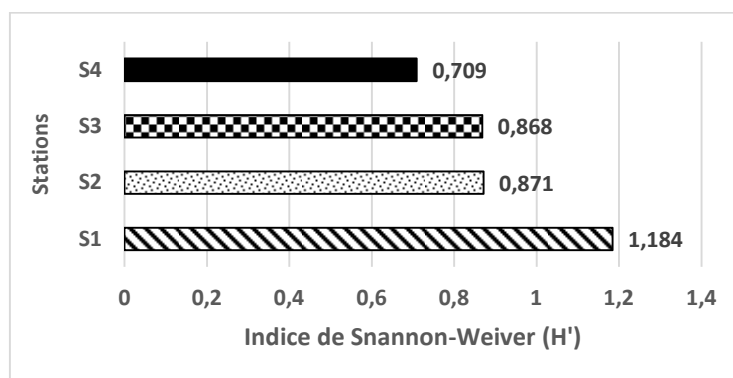


Figure 6: Histogrammes des valeurs moyennes d'indice de Shannon-Weiver des stations d'échantillonnage

3.6 VARIATION DU NOMBRE TOTAL DE TAXONS, DES ABONDANCES RELATIVES DES EPT ET DES CHIRONOMIDAE DANS LE TRONÇON ETUDIÉ DE LA TSHULA PENDANT LA PÉRIODE D'ÉTUDE

Les valeurs des rapports de densités des EPT sur celles des chironomidae ont été calculées pour les différentes stations d'échantillonnage et les résultats obtenus sont repris dans le tableau 5. Les valeurs de ces rapports permettent d'évaluer le stress environnemental que subit un tronçon d'une rivière [23]

Tableau 5 : Variation de la richesse taxonomique, des abondances relatives des EPT et des Chironomidae sur le tronçon étudié de la Tshula durant la période d'étude

Descripteurs	Stations			
	S1	S2	S3	S4
Richesse taxonomique	818	522	620	305
Abondance EPT*	145	115	135	2
Abondance Chironomidae	153	357	443	241
% EPT	17,7	22	21,8	0,65
% Chironomidae	18,7	68	71,5	79
Densité EPT/densité Chironomidae	0,95	0,32	0,3	0,008

*EPT : Ephéméroptères, Plécoptères et Tricoptères ; reconnus comme bons bioindicateurs car espèces polluosensibles

Ce tableau montre que les rapports des densités des EPT/Chironomidés qui diminuent d’amont en aval (de 0,95 à 0,008). Un constat qui indique un stress environnemental de plus en plus croissant d’amont à l’aval de la Tshula qui a préjudicié significativement le peuplement de la S4 en EPT. Le rapport des densités EPT/Chironomidae est très faible à cette station située en amont du fait de cette très faible densité des EPT. Ces derniers sont des macroinvertébrés polluosensibles qui persistent difficilement dans des macrohabitats perturbés [7].

3.7 INFLUENCES DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX SUR LA DISTRIBUTION DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES

L’analyse canonique réalisée pour les 9 paramètres environnementaux analysés et les 26 taxons de macroinvertébrés identifiés sur les 4 stations de prélèvement a révéle ce que l’axe I renferme 55,8% des renseignements sur la variabilité des espèces sous l’influence des paramètres physicochimiques. L’axe II en explique 22,1%, soit 77,9% de la variabilité totale pour les deux axes.

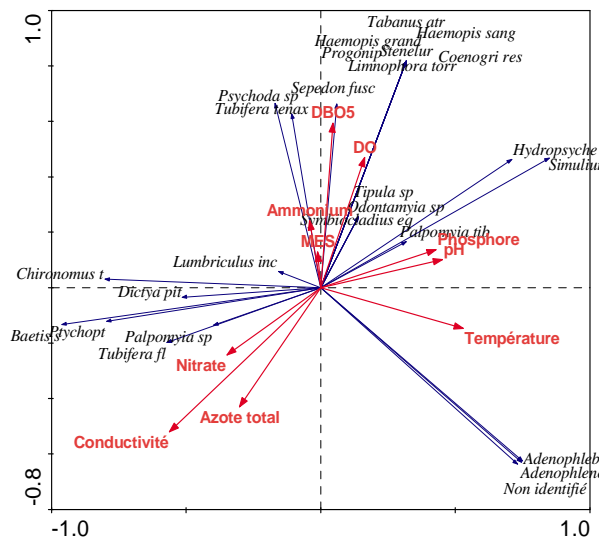


Figure 4: Analyse canonique des correspondances (CANOCO 4.0) des 9 paramètres physico-chimiques et des 26 taxons de macroinvertébrés identifiés sur les 4 stations de prélèvement de février à septembre 2013.

De la figure 4, il ressort que le pH influence *Palpomyia sp* ($p=-0,50$) et *Ptychoptera rufocincta* ($p=0,50$). *Palpomyia sp* n’a été identifiée qu’en saison de pluie, au pH plus élevé et *Ptychoptera rufocincta* uniquement en saison sèche, au pH plus bas. La conductivité influence l’abondance d’*Hydropsyche simulans* ($p=-0,54$), espèce de niveau de tolérance moyen à la pollution, plus abondant en saison de pluie qu’en saison sèche. La température influence l’abondance d’*Adenophlebia sp*, *Adenophlebia* sp, et des deux espèces non identifiées, toutes ces espèces ont été récoltées uniquement en saison pluvieuse où la température est plus élevée. L’oxygène dissous (OD) et les matières en suspension (MES) influencent l’abondance de *Palpomyia tibialis* ($p=0,51$ pour l’OD et $0,59$ pour MES) récoltées uniquement en saison de pluie plus riche en MES. De même pour *Symbiocladius equitans* ($p=0,55$ pour MES), *Tipula sp* et *Ondotomyia sp*. Pour sa part, *Palpomyia tibialis* est significativement ($p=0,59$) influencée par les MES.

Les nitrates et l'azote total influencent l'abondance de *Chironomus tentans*, *Simulium venustum* et *Tubifera flavipes*, tous des diptères et espèces polluoresistantes, et de *Baetis sp.*, par contre un éphéméroptère, espèce polluosensible. Cette influence n'est pas significative ($p < 0,5$). Le phosphore total influence significativement l'abondance de *Haemopsis sangsuga* ($p = 0,73$), *Progonipus obscurus* ($p = 0,68$) et *Steneluris lateralis* ($p = 0,73$); identifiées uniquement en saison de pluie, plus riche en phosphore et à des très faibles densités.

4 DISCUSSION

La composition taxonomique de Tshula diminue de l'amont en aval. Elle est faite à 99,7% d'insectes et moins de 1% (0,22%) d'annélides avec prédominance de l'ordre de Diptères (80%, 16 taxa) suivi des Ephéméroptères (17,1%, 3 taxa), des Tricoptères (2,3%, 2 taxa), des Odonates et Annelides (exæquo 0,2%, 5 taxa) et des Coléoptères (0,1%, 3 taxa). Cette richesse taxonomique est comparable à celles des rivières Agnèby de Côte d'Ivoire [24] et Tongolo [25] du bassin hydrographique de Mfoundi (Cameroun), un milieu anthropisé [23] comme l'est aussi la partie basse de Tshula, objet de cette étude. C'est une des caractéristiques des cours d'eau douces africaines [26, 24].

Par contre, elle présente une situation inverse à celle de la rivière Nga (Cameroun), un cours d'eau de référence pour la qualité des eaux pour le Cameroun [13], pour autant que leurs compositions taxonomiques sont de 80% de diptères dans Tshula contre 5,8% dans Nga, 0,2% d'Odonates contre 0,09% dans Nga, 17% d'Ephéméroptères dans Tshula contre 6,1% dans Nga, 0,13% de coléoptères contre 6% dans Nga. La rivière Tshula est donc plus polluée que ce cours d'eau de référence au Cameroun.

Comparativement à d'autres rivières du même bassin hydrographique, la Tshula a une composition taxonomique semblable à celle de la rivière Mpungwe, qui aussi est constituée uniquement de deux embranchements, à savoir des Arthropodes (96,7%) et des Annelides (3,3%) [5] contre 99,7 et 0,22% dans la Tshula. En outre, ces deux rivières se caractérisent aussi par l'abondance des Ephéméroptères et des Tricoptères (20% d'individus récoltés, 5 taxa sur 20 dans Tshula). Aucun nématode n'a été récolté dans Tshula contrairement à la rivière Kahuwa de composition taxonomique 88,7% d'arthropodes, 7,14% d'Annelides et 7,14% de Nématodes [5].

La rivière Tshula est polluée en saison sèche ($H' < 1$), l'est moins en saison de pluie ($1 < H' < 2$) suite à la dilution des eaux par les abondantes pluies. Une plus grande diversité des Ephéméroptères pendant la saison pluvieuse (3 familles, 3 taxa) que pendant la saison sèche (1 seule famille et un seul taxon (*Baetis*)), d'un côté, et la baisse de densité des Tricoptères dans la saison sèche (13 individus) contre 40 en saison pluvieuse confirment davantage que la qualité des eaux se détériore davantage durant la saison sèche. Comme dans Tshula et Mpungwe, il n'y a pas été récolté de plécoptères sur toute la zone étudiée. Pareille situation a été trouvée par Trihanindingrum et al. [27] dans la rivière Blawi en Indonésie. Les valeurs du rapport des densités des EPT/densité Chironomidae, respectivement de 0,95 pour S1, 0,32 pour S2, 0,3 pour S3 et 0,008 pour S4, traduisent ce stress environnemental de plus en plus croissant de l'amont en aval.

La variation dans le peuplement de certains macroinvertébrés identifiés de la Tshula témoigne de la contribution des activités anthropogéniques à sa pollution. Ainsi, les organismes qui ont été récoltés durant la saison sèche plus polluée sont ceux des niveaux de tolérance à la pollution organique élevés (niveaux 7 à 10) ou moyens (niveaux 5 à 6) [28]. Il s'agit de : niveau 10 (*Hydropsyche simulans* (Hydropsychidae), *Dictya pictipes* (Sciomyzidae), *Tubifera flavipes* (Syrphidae)) ; niveau 9 (*Ptychoptera rufocincta* (Ptychopteridae) et de niveau moyen (*Simulium venustum* et *Palpomyia sp.* (Ceratopogonidae)). Par contre, les Odonates (niveau de tolérance moyenne 5), les Elmidae (Coléoptères) et les Leptophlebiidae (Ephéméroptères) de niveau bas de tolérance (4 et 3) ont été récoltés uniquement durant la saison pluvieuse.

La population de *Chironomus tentans* est plus élevée aux stations où les riverains jettent les ordures, exercent diverses activités ménagères dont la lessive à S2 et à S4 où ils canalisent leurs toilettes dans la rivière. Ce phénomène traduit la coïncidence entre l'abondance en *Chironomus tentans* et la pollution par le nitrate et ammonium. Ces matières organiques proviennent des rejets des latrines à fond perdu, des fosses septiques mal construites et des dépôts sauvages d'ordures [29]. De ce fait, la prédominance de ce macroinvertébré est un indicateur de la pollution fécale de Tshula et de la mauvaise qualité de ses eaux [30].

La densité de *Simulium venustum* est plus grande durant la saison pluvieuse que durant la saison sèche. En effet, la perturbation du lit de la rivière suite aux activités anthropiques, plus accrues dans la saison sèche, porte préjudice à la population de *Simulium venustum* dans la rivière Tshula comme constaté aussi pour la rivière Saint-Zéphyrin de Québec [31] et les rivières de Bafoussam au Cameroun [29].

La densité de *Hydropsyche simulans*, aussi affecté négativement par la conductivité et l'ammonium, est moins élevée en saison sèche quand ces paramètres sont moins abondants. En effet, ce macroinvertébré est un trichoptère à fourreau, organismes très sensibles aux polluants organiques car ces derniers font entrer des particules dans le fourreau qui finissent par les empêcher de respirer [32] par colmatage des branchies. Le peuplement en *Baetis sp*, un autre organisme polluosensible, a pu résister aux préjudices lui causés par les dérivés azotés, nitrate et l'ammonium ($p=0,003$), et croître dans la saison sèche, plus riche en nutriments. Une situation analogue a été observée dans la rivière Akagawa par Sasaki et al (2005) [33] et expliquée par les avantages morpho-écologiques des stations de prélèvement. En effet, *Baetis* est une espèce macrofaunique de type agrippeur qui prolifère dans un macrohabitat à substrat rocheux [34], qui aurait bénéficié des avantages de la présence des roches dans le lit aux trois premières stations d'étude.

Pour sa part, *Ptychoptera rufocincta* est identifié uniquement durant la saison sèche, période plus riche en matières organiques azotées. En plus, sa présence a lieu uniquement à S1, station où le courant est plus lent, reconnu comme favorable aux *Ptychoptera* [35].

Excepté *Baetis sp*, les espèces suivantes : *Chironomus tentans*, *Ptychoptera rufocincta* de la famille des Diptères et *Tubifera tenax* et *Tubifera flavipes*, de la famille des Surphidés, sont les seules espèces qui ont connu la prolifération en saison sèche plus polluée, suite à leur niveaux de tolérance élevés à la pollution organique.

La corrélation entre la physico-chimie et les macroinvertébrés benthiques de la Tshula a montré que la température, le pH, la conductivité l'oxygène dissous, la DBO₅, le phosphore total et les matières en suspension sont les paramètres physicochimiques qui influencent significativement l'abondance des macroinvertébrés benthiques. L'analyse canonique, pour sa part, a montré que ces paramètres physico-chimiques expliquent à 77,9% la variabilité des macroinvertébrés benthiques dans la rivière Tshula. Le 22,1% restant de la variabilité pourrait s'expliquer par l'influence des variables environnementales autres que physicochimiques.

5 CONCLUSION

Cette étude a permis d'inventorier pour la première fois les macroinvertébrés de cette rivière, et d'étudier l'influence des variables environnementales sur la diversité des macroinvertébrés benthiques qui la peuplent. Les paramètres physicochimiques (pH, MES, conductivité, température, OD, DBO₅, NH₄⁺, AT, NO₃ et PT) analysés ont tous des valeurs comprises dans les normes de l'OMS concernant la qualité de l'eau de surface. Par contre, la présence des coliformes et streptocoques fécaux à toutes les stations et en nombre croissant d'amont en aval témoigne une pollution fécale qui rend l'eau de la Tshula impropre à la consommation dans sur toute la partie anthropisée.

L'identification et dénombrement des macroinvertébrés a montré une composition taxonomique de 2 embranchements : les Arthropodes (88,5%) constituée de 5 ordres (diptères (80%) ; Ephéméroptères (17,1%), Trichoptères (2,33%), Coléoptères (0,13%) et Odonates (0,22%)) et les Annélides (0,22 %) constitués par l'ordre des Prosopores (3,8%) représentée par 1 seule espèce (*Lumbriculus inconstans*) et l'ordre des Arhynchobdellides (7,7%) avec 2 taxa (*Haemopis grandis* et *Haemopis sanguisuga*). Les individus les plus denses dans Tshula sont les *Chironomus tentans* (52,7% du total des taxa, 76,9% des taxa en saison sèche et 14,9% en saison pluvieuse), *Simulium venustum* (24,15% du total, 60,4% de ceux de la saison pluvieuse), *Baetis sp* (11,9% du total des taxa, 19,04% des taxa en saison sèche).

L'espèce dominante est *Chironomus tentans* (52,7%) du groupe des macroinvertébrés polluo-résistants dont l'abondance indique la mauvaise qualité des eaux. En effet, la rivière Tshula est polluée, modérément en saison de pluie ($1 < H' < 2$), et plus polluée en saison sèche ($H' < 1$) suite à la diminution de la dilution des eaux par les abondantes pluies de la saison pluvieuse. Une plus grande diversité des Ephéméroptères avec 3 familles, 3 taxons pendant la saison pluvieuse contre 1 seule famille, un seul taxon (*Baetis*) pendant la saison sèche et la baisse de densité des Trichoptères dans la saison sèche (13 individus en saison sèche contre 40 en saison pluvieuse) confirment davantage que la qualité des eaux se détériore davantage durant la saison sèche.

La variation dans le peuplement de certains macroinvertébrés identifiés de la Tshula préfigure celle de la pollution organique de ses eaux. Ainsi, les organismes qui ont été récoltés durant la saison sèche, plus polluée, ont des niveaux de tolérance à la pollution organique élevés (7 à 10) ou moyen (5 à 6) (Mandaville, 2002). Il s'agit de : *Hydropsyche simulans* (Hydropsychidae), *Dictya pictipes* (Sciomyzidae), *Tubifera flavipes* (Syrphidae) de niveau 10 ; *Ptychoptera rufocincta* (Ptychopteridae) de niveau 9 et *Simulium venustum* (Simuliidae) et *Palpomyia sp* (Ceratopogonidae) de niveau moyen.

Par contre, les Odonates (niveau de tolérance moyenne 5), les Elmidae (Coléoptères) et les Leptophlebiidae (Ephéméroptères) niveaux bas de tolérance 4 et 3) ont été récoltés uniquement durant la saison pluvieuse, moins polluée.

Les activités anthropiques sont pour la plupart génératrices de pollution organique, surtout suite aux nutriments (Phosphore total et azote total) qui polluent les eaux par eutrophisation.

Chironomus tentans, *Simulium venustum*, *Ptychoptera rufocincta*, *Hydropsyche simulans* et *Baetis sp.*, macroinvertébrés qui subissent de manière significative l'influence des stations sont les principaux bioindicateurs de la contribution de ces activités à cette pollution.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'équipe de chercheurs du Département de biologie du Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) de Lwiro, l'équipe de Coordination du Programme de Master en Sciences de l'Environnement de l'Université Evangélique en Afrique, l'Assistant Gérard Imani de l'Université Officielle de Bukavu, tous à Bukavu, République Démocratique du Congo, pour leur contribution à la réalisation de cet article.

REFERENCES

- [1] Bagalwa, M., 2005, Environmental impact of land use change on water quality of inflowing tributaries of Lake Kivu, dans E. Odada, D. Olago, W. Ochola, M. Ntiba, S. Wandiga, N. Gichuki and H. Oyieke, 11th World Lakes Conference Nairobi, Proceedings, Vol 2, pp. 379-383
- [2] Bisimwa A., 2009. Water quality management in Lake Kivu Basin: A case study of Bukavu sub-basin, D R Congo, University of Dar es Salaam.
- [3] Muvunja, F.A., N. Pasche, W.B.F. Bugenyi, M. Isumbisho, B. Muller, J.N. Namugize, P. Rinta, M. Schmid, R. Stierli et A. Wuest, 2009, Balancing nutrient inputs to Lake Kivu. *Journal of Great Lakes Research* 35 (2009), pp. 406-418
- [4] Birembano R., 2012, Inondations et sédimentation dans les basses terres du littoral du lac Kivu : cas du bassin versant de la Tshula, mémoire de DEA, UPN, Kinshasa-Binza, 100 pp.
- [5] Dieudonné Zirirane, Jean Jacques Bagalwa, M. Isumbisho, M. Mulengezi, I. Mukumba, M. Bora, J.M. Mucheso, A. Lukamba, G. Iragi, B. Irengi, F. Kibangu et R. Kamangala, «Évaluation comparée de la pollution des rivières Kahuwa et Mpungwe par l'utilisation des macroinvertébrés benthiques», *Vertigo*, Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014. URL : <http://vertigo.revues.org/15365> ; DOI : 10.4000/vertigo.15365
- [6] Kosmala A., 1998, Evaluation écotoxicologique de l'impact des effluents de stations d'épuration sur les cours d'eau : intérêt d'une approche intégrée. Thèse. Université de Metz.
- [7] Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. et Stribling J.B., 1999, Rapid bioassessment protocols for use in streams and Wadeable Bergers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 2^e éd., U.S. Environmental Protection Agency, office of Water, Washington, C.C., EPA 841-B-99-002
- [8] WFD, 2003, Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential, Water Framework Directive Common Implementation. Strategy Working Group 2, An ecological Status (ECOSTAT), 28p. et 2 annexes.
- [9] Golterman, H.L., R.S. Clymo, M.A.M. Ohnstad, 1978, Methods for physical and chemical analysis of fresh waters, Blackwell scientific publication, London, 213 p.
- [10] American Public Health Association (APHA), 1989, Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th edition, Washington DC, USA, 1587 p.
- [11] Wetzel, R.G. et G.E. Likens, 2001, Limnological analysis, Springer, 429 p.
- [12] Jones, C., K. M. Somers, K. Craig et T. B. Reynoldson, 2005, Ontario Benthos Biomonitoring Network Protocol Manual, Ontario, Ontario Ministry of Environment.
- [13] Foto, M.S., S.H. ZehazeTogouet, N.L. Nyamsi Tchatcho et T. Nyiné, 2010, Macroinvertébrés benthiques du cours d'eau Nga : Essai de caractérisation d'un référentiel par des analyses biologiques, EuroJournals Publishing Inc. ISSN 1450-216X vol. 43 No.1, pp 96-106.
- [14] Pennak, R.W., 1953, Fresh water invertebrate of the United State, the Ronald press company, New York, 769 p.
- [15] Tachet, H. et J.L. Noiset, 1980, Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces, Paris, 148p.
- [16] Micha J.C., Moiset J. L., 1982, Evaluation biologique de la pollution de ruisseaux et rivières par les macro-invertébrés aquatiques, *ProbioRevue*, 5.1.142P.
- [17] Bagalwa, M., 2006, The Impact of land use on water quality of the Lwiro River, Democratic Republic of Congo, Central Africa. *African Journal of Aquatic science*, 31 (1), pp. 137-143
- [18] APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. APHA, Washington, DC.

- [19] IBGE, 2005. "L'eau à Bruxelles" Novembre 2005, Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement 1 / 16.
- [20] Cabane F., 2012. Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral, version 24, Ifremer, [recto-verso]: 342p.
- [21] Vhevha, I., J. Ndamba et S. Mtetwa, 2000, Changes in river water quality with increasing distance from site of wastewater use. WARFSA/WaterNet symposium: Sustainable use of water resources, Maputo, 9 p.
- [22] Diallo M.S., 2004. Contribution à l'étude de la qualité des ressources en eau dans la zone de Dindéfello (région de Tambacounda-Département de Kédougou) Sénégal. *Départ. Géol., Fac. Sci. EtTech., Univ. Cheikh AntaDiop, Dakar, Sénégal.9p*
- [23] Foto, M.S., Zehaze Togouet S.H., Nyamsi Tchatcho N.L., Ajeagah Gideon A., Nyiné T., 2011, Evolution spatiale de la diversité des peuplements de Macroinvertébrés benthiques dans un cours d'eau anthropisé en milieu Tropical (Cameroun), EuroJournals Publishing Inc. ISSN 1450-216X vol. 55 No. 2, pp. 291-300.
- [24] Diomande D., Bony Y. K., Edia O. E., Konan K. F., Gourène G., 2009, Diversité des macroinvertébrés benthiques de la Rivière Agnéby (Côte d'Ivoire ; Afrique de l'Ouest), European Journal of scientific research, ISSN 1450-216X Vol.35 (2009), pp 368-377.
- [25] Ywoung L.G.P., 2004, Etude biologique du cours d'eau Tongolo, affluent du cours supérieur du Mfoundi en relation avec les caractéristiques physico-chimiques des eaux. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I ; 47p.
- [26] Dejoux C., 1988, La pollution des eaux continentales africaines, Expérience acquise, situation actuelle et perspectives, Editions de l'ORSTOM, Paris.
- [27] Trihandiningrum Y., De Pauw N., Tjondronegoro I., Verheye R. F. , 1996, Use of benthic macroinvertebrates for water quality assessment of the Blawi river (East Java, Indonesia), Tropical Limnology, pp. 199-221, Ed. Schiemer & Boland, Academic Publishing bv, Amsterdam, The Netherlands.
- [28] Mandaville, S.M. 2002, Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters- Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. Project H-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. xviii, 48p., Appendices A-B. 120p total.
- [29] Mpakam H.G., Kouam Kenmogne, T. Tamo Tatiétsé, Eric Maire, Jean-loup Boeglin, G.E. Ekodeck et Bernard Dupré. 2011, Etude des facteurs de pollution des ressources en eau en milieu urbain : cas de Bafoussam (Ouest-Cameroun).
- [30] Touzin, D., 2008, Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université de Laval.
- [31] MDDEFP, 2012, Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en agriculture- Cours d'eau peu profond à substrat grossier, Quebec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 178-2-550-66053- 4(PDF), 72p.
- [32] Borror, D. J. et White, R.E. 1999, Le guide des insectes du Québec et de l'Amérique du Nord, Les Guides Peterson, Québec, Canada.
- [33] Sasaki A., Ito A., Aizama J. et Unita T., 2005, Influence of water and sediment quality on benthic biota in an acidified river. *Water Res.* 2005 jul; 39(12): 2517-26
- [34] Studemann Dénise, Peter Landoll, Michel sarton, Daniel Helfi, Ivan Tomka, 1992. Ephemeroptera, *Insecta Helvetica Fauna* (N° 9), Ed. Société entomologique Suisse.
- [35] Thomas, A.G.B., 1997, Diptères peu connus des sédiments d'eau courante : I. les Ptychopteridae (nymphe et accouplement) du Sud-Ouest de la France [*Nematocera*]. *Annis Limnol.*13 (2) 1997: 147-156.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE DES EXTRAITS AQUEUX ET ETHANOLIQUE DE *SPILANTHES MAURITIANA* : PLANTE MEDICINALE DU BUSHI

Jean Roger BYUMANINE NTABAZA, BWAMI MUSOMBWA, Octave SHAURI CHIZUNGU, and Alain Maurice SIMBA DELIMENA

Institut Supérieur Technique, Commerciale et Economique (ISTCE) Bukavu/Uvira, RD Congo

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

ABSTRACT: This scientific publishing consisted to the evaluation of relationship between chemical structures and pharmacological activities of *Spilanthès Mauritianà* extracts, an antidiarrheic plant founded in Bushi. To arrive there we proceeded by the thin layer chromatography using two standards moderns drugs used in diarrhea treatment. Final results revealed spots of analogical retention factor (Rf) with the standards used, such as ciprofloxacin[®], Negrame[®].

This leaded us to conclude that there are similarities between some principles ingredients contained in *Spilanthès Mauritianà* and the witness moderns drugs used in diarrhea treatment.

KEYWORDS: Relationship chemical structure, Pharmacological activity, *Spilanthès Mauritianà*, drugs, Chromatography, Antidiarrheic, phytochemical treatment.

RESUME: Le présent travail consistait à l'évaluation de la relation entre la structure chimique et l'activité pharmacologique des extraits de *Spilanthès Mauritianà*, une plante anti-diarrhéique utilisée au Bushi.

Pour y parvenir, nous avons procédé par une chromatographie comparative sur couche mince en prenant comme standard deux médicaments modernes dont un Antibiotique (Cyprofloxacin[®]) et un Quinolone (Negrame[®]), médicaments utilisés dans le traitement des maladies diarrhéiques. Les résultats obtenus ont révélé certains spots de même longueur, même forme et donc même coefficient de rétention (Rf) que les standards.

Ce qui a conduit à conclure l'existence d'une similarité entre certains principes actifs de la plante *Spilanthès Mauritianà* et ceux des témoins considérés dans le traitement moderne des maladies diarrhéiques.

MOTS-CLEFS: Relation structure activité, *Spilanthès Mauritianà*, Médicament, Chromatographie, Anti-diarrhéique, Phytochimiothérapie.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Un médicament est une molécule naturelle, semi-synthétique ou synthétique élucidée et dont on peut atteindre une action pharmacologique au niveau du tissu cible.

Cette molécule est souvent la copie conforme d'un neurotransmetteur ou hormone naturelle dont elle est supposée répondre à l'action dans l'organisme de l'homme ou de l'animal.



Fig. 1. *Spilanthes mauritiana* = Cenda (Shi)

Pour tout médicament, l'action pharmacologique ou chimio-thérapeutique dépend des principes pharmacologiques identiques. La relation structure-activité est celle qui existe entre la structure chimique d'une molécule médicamenteuse et son activité pharmacologique (SCHORDERET M. et als ; 1998).

Les médicaments de synthèse posent le problème de non métabolisation dans les organismes des êtres vivants animaux. En effet il n'existe pas d'enzymes capables de les dégrader pour leur élimination dans l'organisme hôte.

Ils constituent alors des déchets métaboliques dans l'organisme, leur utilisation pour le traitement entraîne d'autres effets néfastes après médication.

Quant aux médicaments naturels les problèmes de métabolisation ne se posent pas car les mêmes enzymes présents dans les règnes végétaux sont aussi présents dans l'organisme des êtres vivants animaux.

Ainsi ils ne constituent pas un danger après leur administration (GAUTIER J.A et MALANGEAU, 1968)

Il apparaît alors nécessaire de substituer les médicaments de synthèse par les médicaments naturels.

La plante *Spilanthes Mauritiana* présente des multiples vertus thérapeutiques. En effet, plusieurs recherches menées sur cette plante prouvent qu'elle contient des principes actifs responsables de l'activité anti-diarrhéique d'origine bactérienne (WATT & BREYER-BRANDWIJK, 1962 ; Martin HIRT, 1996 ; BYUMANINE R., 2016, KOKWARO, 1996).

D'autres recherches ont révélé la présence d'un stérol : le N isobutyl-2E, 4E, 8E, 10E-Dodeca-2, 4, 8,10 tétramide, l'huile volatile, l'acide amide spilanthol, les polysaccharides non réduits (KERHARO, 1974 ; JANDIKO, 1996 ; BREYERE & WATT, 1962).

Une interview menée auprès des populations paysannes du Bushi, région littorale du Lac Kivu a révélé l'importance de la plante *Spilanthes Mauritiana* dans le traitement de nombreuses maladies : les maladies diarrhéique, la fièvre, le rhumatisme, le veineux d'un serpent, fracture des membres, l'estomac, l'inflammation des reins, l'hémorragie, les maux des têtes, la paralysie, ... Elle est aussi un poison pour attraper les poissons.

Ainsi, notre étude portera sur la détermination de la relation entre la structure chimique et l'activité pharmacologique des extraits de *Spilanthes Mauritiana* en vue d'établir avec précision la nature des principes actifs responsables de l'activité anti-diarrhéique de cette plante par une étude comparative des extraits aqueux et éthanoliques avec des médicaments synthétiques modernes utilisées dans le traitement des maladies diarrhéique.

Le présent travail intitulé « **CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE PHARMACOLOGIQUE DE *SPILANTHES MAURITIANA*: PLANTE ANTI-DIARRHEIQUE UTILISEE AU BUSHI** » a été conçu dans le domaine de la chimie organique pharmaceutique pour apporter notre contribution à l'usage des médicaments naturels.

1.2 HYPOTHÈSE

Pour justifier notre hypothèse, une question nous revient à l'esprit. Les extraits aqueux et éthanoliques de la plante *Spilanthes Mauritiana* traiteraient la diarrhée d'origine bactérienne au même titre que les produits synthétiques : NEGRAME[®] et CYPROFLOXACIN[®].

Existerait-il une corrélation entre leurs structures chimiques et celles des principes actifs contenus dans cette plante ?

1.3 OBJECTIFS

Il s'agit de déterminer la relation qui existerait entre la structure chimique des principes actifs contenus dans cette plante et celle de quelques médicaments synthétiques (NEGRAME[®], CYPROFLOXACIN[®]) utilisés pour traiter les maladies diarrhéiques par une chromatographie comparative sur couche mince (CCM).

1.4 INTÉRÊT DU SUJET

Contribuer à la valorisation de la médecine naturelle par usage des médicaments naturels au détriment des médicaments synthétiques.

Valoriser la phytothérapie de la diarrhée bactérienne par la plante *Spilanthes Mauritiana*.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MATÉRIELS

- Deux béciers pour réaliser la macération
- Une plaque chromatographique
- Des micropipettes pour le prélèvement des échantillons
- Des papiers-filtres plus entonnoir
- Un bac à éluant ou cuve chromatographique
- Une balance de précision
- Un crayon
- Une latte graduée

2.2 MÉTHODE

La méthode a consisté à :

- Récolter la plante : dans les champs environnant le CRSN/LWIRO
- Faire la mondation
- Sécher puis piler pour réaliser la poudre (échantillons), que nous avons conservée selon les normes galéniques acceptées par la pharmacopée.
- Préparer des extraits aqueux et éthanoliques
- Réaliser une chromatographie comparative sur couches minces.

2.3 PRÉPARATION DES EXTRAITS DE PLANTE

- Macérer 20g de poudre de *Spilanthes Mauritiana* dans 200ml d'eau pour réaliser un extrait aqueux
- Macérer encore 20g de poudre de *Spilanthes Mauritiana* dans 200ml d'éthanol pour réaliser un extrait d'éthanolique. L'éthanol étant préparé à 70 %.
- Laisser les extraits se reposer pendant 24 heures.
- Filtrer séparément les extraits pour obtenir un filtra prêt pour l'utilisation.

2.4 CHROMATOGRAPHIE COMPARATIVE

a) Définition

La chromatographie sur couches minces (CCM) est une méthode de séparation des constituants d'un composé basée sur les différentes vitesses migration d'un solvant à travers une fine couche d'adsorbants déposée sur un support plat (PAVLOV et al, 1967).

Le facteur de rétention (Rf) est le rapport entre le déplacement d'une substance et le déplacement du solvant à partir d'une tache initiale ce coefficient est propre à chaque substance ; puis un type d'éluant à une température bien déterminée (KURT, 1971).

La chromatographie comparative consiste à comparer le Rf d'une substance inconnue à celui défini dans les mêmes conditions pour une substance bien identifiée que l'on suppose être similaire.

b) Description de la méthode

1) Préparation de la plaque

La plaque chromatographique utilisée est une feuille d'oxyde d'aluminium 60F 254 neutre ; Type E, d'une épaisseur de 0,2mm.

Nous l'avons subdivisée en deux zones :

- La zone de 1cm du bord inférieur où nous avons marqué à l'aide d'un crayon, des points aigu distants horizontaux de 1cm selon le nombre d'échantillons à analyser.

2) Préparation de l'éluant

L'éluant est un solvant ou un mélange des solvants utilisés pour entrainer des constituants d'un mélange à travers une phase stationnaire (SKOOG, 1997).

Pour cet article, l'éluant a été le BAW (Butanol-acetic acid water) dans les proportions 4/1/5.

3) Préparation du révélateur

L'iode a été utilisé comme révélateur.

- Introduire la plaque dans un récipient contenant 3g d'iode (I₂)
- Fermer hermétiquement le récipient pendant 5 minutes
- retirer la plaque. Il y apparait des taches claires

c) Expérimentation

- a) Les extraits de la plante étaient dissous chacun dans 4ml d'eau distillée et les médicaments témoins dans 2ml d'eau distillée chacun
- b) A l'aide des micropipettes, prélever et déposer sur les points préalablement marqués au crayon, sur le papier chromatographique une goutte de chaque échantillon préparé.
- c) Mettre l'éluant dans la cuve chromatographique jusqu'à une hauteur d'environ 0,5cm.
- d) Mettre la plaque dans la cuve chromatographique et fermer hermétiquement
- e) Retirer la plaque dès que le front de l'éluant est à 2cm du bord supérieur de la plaque.
- f) Laisser la plaque sécher puis procéder à la révélation.

3 RESULTAT ET DISCUSSION

Tableau n°1 : Résultat de la chromatographie :



Source : Tableau fait par nous au Laboratoire de phytochimie au CRSN/LWIRO en novembre 2016.

Où SE= extrait éthanolique de *Spilanthès Mauritianà*

SA = extrait aqueux de *Spilanthès Mauritianà*

Ne = Solution aqueuse de Negrame® (acide Nalidixique)

Cyp = Solution aqueuse de cyprofloxacin®

L'analyse des spots de la figure 1 montre que les extraits aqueux et éthanoliques de *Spilanthès Mauritianà* présentent des spots dont le Rf est semblable à ceux du cyprofloxacin et du Negrame® ce qui nous permet d'affirmer que cette plante contient des principes actifs ayant des structures chimiques similaires à celles du Negrame® et du Cyprofloxacin®. Ceci justifierait leur activité pharmacologique efficace.

4 CONCLUSION

Ce travail est intitulé « **Evaluation de la Relation-Structure-Activité pharmacologique des extraits de *Spilanthès Mauritianà*: plante médicinale du Bushi** » avait comme objectif, l'étude de la similarité entre la structure de p.a contenu dans cette plante et celle des témoins (Cyprofloxacin® et Negrame® utilisés dans la thérapie moderne des maladies diarrhéiques.

A l'issu des expériences effectuées au laboratoire de phytochimie du CRSN/LWIRO, nous avons tiré les conclusions suivantes :

Les spots du Négrame® : médicaments témoins et quelques spots des extraits de la plante possèdent les mêmes longueurs et les mêmes formes identiques. Cette observation nous permet d'affirmer la ressemblance entre la structure chimique des certains principes actifs contenus dans la plante *Spilanthès Mauritianà* et celle des médicaments témoins.

Cela conduit aussi à confirmer la similarité dans leur activité pharmacologique.

Vu qu'il y a eu plusieurs spots qui ont migré, nous pouvons remarquer qu'il y a d'autres principes actifs qu'il faudra isoler ultérieurement.

REFERENCES

- [1] TROUPIN G. (1985) : Flore du RWANDA : Spermatophyte, vol.III. A.C.C. Bruxelles. 728 pages
- [2] BALAGIZI K et MULLER M. (2007), Les plantes médicinales du Bushi, Ed. Gênes-Italie
- [3] SOFOWORA A. (1996), plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique, Ed. Karthala 371 pages.
- [4] SCHORDERET M. et als ; (1998) : pharmacologie ; Des concepts fondamentaux aux applications thérapeutiques, 3^{ème} Ed. FRISSON-ROCHE Paris 1010 pages.
- [5] NEWINGER H. D; (2000): African traditional medicine: A Dictionary of plants. Scientific Publishers Stuttgart.
- [6] MARTIN HIRT, 1996. La médecine naturelle tropicale. 4ème Ed. Kwango-Zaire, 59 pages
- [7] KERHARO J. 1974, pharmacopée traditionnelle sénégalaise. Ed-Vugo-Frère.
- [8] ANONYME, S.D ; grande encyclopédie Alpha des sciences et techniques
- [9] HEINZ L., KLAUSS M et ZEIGLER A., 1999, Atlas de poche de pharmacologie, 2^{ème}Ed, Flammarion Paris.
- [10] GAUTIER J. et MALANGEAU, 1968 ; Mise au point de Chimie analytique organique-pharmaceutique et bromatologie, Ed. Masson Paris 239 pages.
- [11] SKOOG et als,1997 ; Chimie analytique.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE DES EXTRAITS AQUEUX ET ETHANOLIQUES DE *Leucas Martinisensis* : PLANTE MEDICINALE DU BUSHI

BWAMI MUSOMBWA, J. Roger BYUMANINE NTABAZA, Alain Maurice SIMBA DELIMENA, and Octave SHAURI CHIZUNGU

Institut Supérieur Technique, Commercial et Economique (ISTCE) –Bukavu/Uvira, RD Congo

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

ABSTRACT: This scientific publishing consisted to evaluate the relationship between chemical structure and pharmacological activities of *Leucas Martinisensis* extracts, an anti-diarrheic plant of Bushi.

To arrive there we proceeded by thin layer chromatography using two standards moderns drugs used in diarrheic diseases treatment. Final result revealed spot of analogical retention factor (Rf) with the standards drugs used, such as Cyprofloxacin[®], Negrame[®].

This result led us to conclude that there are similarities between some principles ingredients contained in *Leucas Martinisensis* plant and the witness modern drugs used in treatment of diarrheic diseases.

KEYWORDS: activity, structure, *Leucas Martinisensis*, chromatography, drugs, diarrheic diseases, anti-diarrheic phytochemical.

RÉSUMÉ: Le présent travail a consisté à l'évaluation de la relation entre structure chimique et activité pharmacologique des extraits de *Leucas Martinisensis*, une plante anti-diarrhéique du Bushi.

Pour y parvenir, nous avons procédé par une chromatographie comparative sur couche mince en prenant comme témoin deux médicaments modernes dont un antibiotique (Cyprofloxacin[®]) et un Quinolone (Négram[®]), médicaments utilisés dans le traitement moderne des maladies anti-diarrhéiques.

Les résultats obtenus ont révélé certains spots de même longueur c'est-à-dire de même Rf que les standards.

Ce qui a conduit à la conclusion selon laquelle il existe une similarité entre certains principes actifs de la plante *Leucas Martinisensis* et ceux des témoins considérés dans le traitement moderne des maladies diarrhéiques.

MOTS-CLEFS: Structure, Activité, *Leucas Martinisensis*, Chromatographie, Médicament, Maladie diarrhéique, Phytochimiothérapie.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Un médicament est une molécule naturelle, semi synthétique ou synthétique élucidée et dont on peut atteindre une action pharmacologique au niveau du tissu cible. Cette molécule est souvent la copie conforme d'un neurotransmetteur ou hormone naturelle dont elle est supposée répondre à l'action dans l'organisme de l'homme ou de l'animal.



Pour tout médicament, l'action pharmacologique ou chimio-thérapeutique dépend des principes pharmacologiques identiques. La relation structure-activité (R-S) est celle qui existe entre la structure chimique d'une molécule médicamenteuse et son activité pharmacologique (SCHORDERET M. et als, 1998).

Les médicaments de synthèse posent le problème de métabolisation dans les organismes des êtres vivants animaux. En effet, il n'existe pas d'enzymes capables de les dégrader pour les éliminer de l'organisme hôte. Ils constituent alors des déchets métaboliques dans l'organisme, leur utilisation pour le traitement entraîne d'autres effets néfastes après médication. Quant aux médicaments naturels, les problèmes de métabolisation ne se posent pas car les mêmes enzymes présents dans le règne végétal sont aussi présents dans le règne animal. Ils ne constituent pas alors un danger si leur administration respecte la posologie et le patient observe bien la prescription. (GAUTIER J. & MALANGEAU, 1968).

Il s'avère alors nécessaire de substituer les médicaments de synthèse par des médicaments naturels.

La plante *Leucas Martinisensis* présente des multiples vertus thérapeutiques. En effet, plusieurs recherches menées sur elle prouvent qu'elle contient des principes actifs responsables, les activités antipyrétiques, anti-inflammatoires, anti-spasmodique, bactéricides, expectorantes, antiparasitaires, gynécologiques, antipaludéens, (MUTCHIGS, 1986 ; NEUWINGERS, 2000).

Les résultats d'autres recherches ont révélé que la plante *Leucas Martinisensis* contient le Menthol, Thymol, Borneol, Eugénol, des substances responsables de l'activité anti-diarrhéique stimulante (KARHARO, 1997).

Une interview menée auprès des populations paysannes du Bushi, région littérale du Lac Kivu a révélé l'utilisation de la plante *Leucas Martinisensis* dans le traitement de nombreuses maladies comme la diarrhée, la fièvre, les douleurs des membres hystériques, les bronchites les prolapses vaginales, l'hépatite, douleurs menstruelles, ...

Ainsi notre étude portera sur la détermination de la relation entre la structure chimique et l'activité pharmacologique des extraits aqueux et éthanoliques de la plante *Leucas Martinisensis* en vue d'établir avec précision la nature des principes actifs

responsables de l'activité anti-diarrhéique de cette plante par une étude comparative des extraits aqueux et éthanoliques avec des médicaments synthétiques modernes utilisés dans le traitement de la diarrhée.

Le présent travail intitulé « **CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE PHARMACOLOGIQUE DES EXTRAITS AQUEUX ET ETHANOLIQUES DE *Leucas Martinisensis*. PLANTE ANTI-DIARRHEIQUE DU BUSHI** » a été conçu dans le domaine de la chimie organique pharmaceutique pour apporter notre contribution à la promotion et l'usage des médicaments naturels.

1.2 HYPOTHÈSE

Pour justifier notre hypothèse, une question nous revient à l'esprit. Les extraits aqueux et éthanoliques de la plante *Leucas Martinisensis* traiteraient la diarrhée d'origine bactérienne au même titre que les produits synthétiques : Negrame® et Cyprofloxacin®.

Existerait-il une corrélation entre leur structure chimique et celle des principes actifs contenus dans cette plante ?

1.3 OBJECTIFS

Il s'agit de déterminer la relation qui existerait entre la structure chimique des principes actifs contenus dans cette plante et celle des quelques médicaments synthétiques (NEGRAME®, CYPROFLOXACIN®), utilisés pour traiter la diarrhée par chromatographie comparative sur couche mince (CCM).

1.4 INTÉRÊT DU SUJET

Contribuer à la valorisation de la médecine naturelle par l'usage des médicaments naturels au détriment des médicaments synthétiques.

Valoriser la phytothérapie de la diarrhée bactérienne par la plante *Leucas Martinisensis*.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MATÉRIELS

- Des béchers : pour réaliser la macération ;
- Une plaque chromatographique ;
- Des micropipettes pour prélèvement des échantillons ;
- Papiers filtres ;
- Entonnoir ;
- Un bac à éluant ou cuve chromatographique ;
- Un crayon ;
- Une latte graduée.

2.2 MÉTHODES

Elle a consisté à :

- Récolter la plante dans les champs environnants le CRSN/Lwiro ;
- Faire la mondation ;
- Séchage + broyage de la plante : pour obtenir de la poudre (échantillon) que nous avons conservé selon les normes galéniques acceptées par la pharmacopée ;
- Préparation des extraits aqueux et éthanoliques ;
- Réaliser une chromatographie comparative sur couche mince.

• Préparation des extraits de la plante

- ✓ Macération : - 20gr de poudre de *Leucas Martinisensis* dans 200mℓ d'eau distillée pour obtenir un extrait aqueux ;
 - 20gr de poudre de *Leucas Martinisensis* dans 200mℓ d'éthanol 70 % ;

- ✓ Laisser les extraits se reposer pendant 24 heures ;
- ✓ Filtrer séparément chaque extrait pour obtenir un filtrat prêt pour l'utilisation.

• **Chromatographie comparative**

a) Définition

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une méthode de séparation des constituants d'un composé basé sur les différentes vitesses de migration d'un solvant à travers une fine couche d'adsorbant déposé sur un support plat (PAVLOV et al, 1967). Le facteur de rétention (R_f) est le rapport entre le déplacement d'une substance et le déplacement d'un solvant à partir d'une tâche initiale. Ce coefficient est propre à chaque substance ; puis un type d'éluant à une température bien déterminée (KURT, 1971). La chromatographie comparative consiste à comparer le R_f d'une substance inconnue à celui défini dans les mêmes conditions pour une substance bien identifiée que l'on suppose être similaire.

b) Description de la méthode

(i) Préparation de la plaque : la plaque chromatographique utilisée est une feuille d'oxyde d'aluminium 60F 254 neutre ; type E d'une épaisseur de 0,2 mm.

Nous l'avons subdivisé en deux zones :

→ La zone de 1cm du bord inférieur où nous avons marqué à l'aide d'un crayon, des points aigus distants horizontaux de 1cm selon le nombre d'échantillons à analyser.

(ii) Préparation de l'éluant

L'éluant est un solvant ou un mélange des solvants utilisés pour entrainer des constituants d'un mélange à travers une phase stationnaire (SKOOG, 1997).

Pour cet article, l'éluant a été le BAW (Butanol-acetic acid-water) dans les proportions 4/1/5.

(iii) Préparation du révélateur

L'iode a été utilisé comme révélateur. Il s'agit de :

- Introduire la plaque dans un récipient contenant 3gr d'Iode (I_2) ;
- Fermer hermétiquement le récipient pendant 5 minutes ;
- Retirer la plaque. Il y apparaît des tâches claires.

Expérimentation

- 1) Les extraits de la plante étaient dissous chacun dans 4mℓ d'eau distillée et les médicaments témoins dans 2mℓ d'eau distillée ;
- 2) A l'aide des micropipettes, prélever et déposer sur les points préalablement marqués au crayon, sur le papier chromatographique une goutte de chaque échantillon préparé ;
- 3) Mettre l'éluant dans la cuve chromatographique jusqu'à une hauteur d'environ 0,5 cm ;
- 4) Mettre la plaque dans la cuve chromatographique et fermer hermétiquement ;
- 5) Retirer la plaque dès que le front de l'éluant est à 2 cm du bord supérieur de la plaque ;
- 6) Laisser la plaque sécher puis procéder à la révélation.

3 RESULTAT ET DISCUSSION

Tableau n° 1 : Résultat de la chromatographie

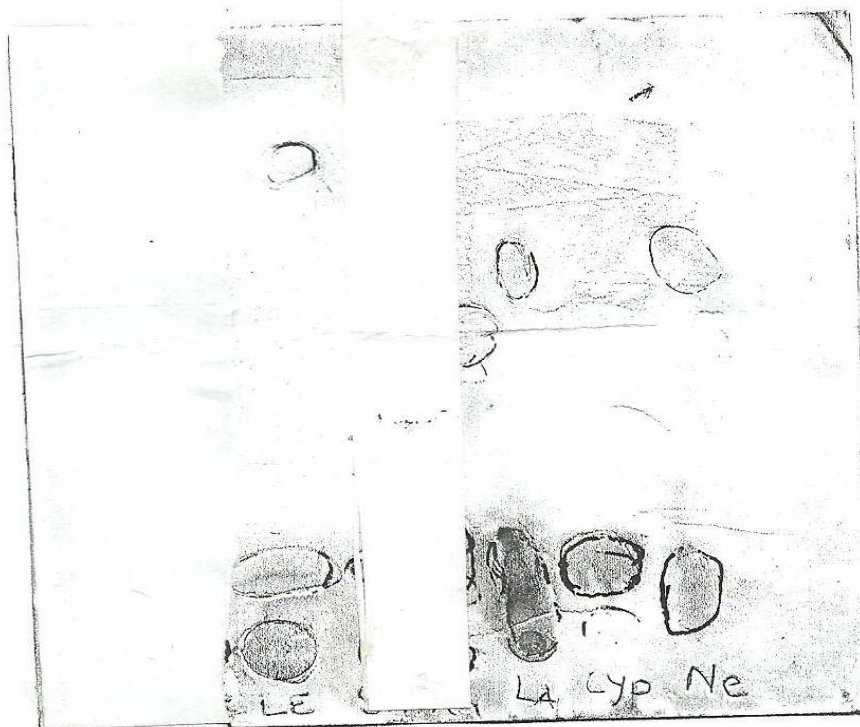


Tableau fait par nous au laboratoire de phytochimie au CRSN/Lwiro en octobre 2016

Où **LE** : extrait éthanolique de *Leucas Martinisensis*

LA : extrait aqueux de *Leucas Martinisensis*

Ne : Solution aqueuse de Négrame® (ac. Wilitizique)

Cyp : Solution aqueuse de Cyprofloxacin®

L'analyse des spots de la figure montre que l'extrait aqueux de *Leucas Martinisensis* présente du spot dont le Rf est semblable à celui du Négrame® et l'extrait éthanolique présente un spot de Rf semblable à celui de Cyprofloxacin®.

A ceci nous affirmons la similarité des structures chimiques de certaines substances contenues dans *Leucas Martinisensis* et ceux des médicaments utilisés dans le traitement moderne de la diarrhée. Ce qui justifierait leur efficacité de l'activité pharmacologique.

4 CONCLUSION

Cet article intitulé « **EVALUATION DE LA RELATION STRUCTURE-ACTIVITE PHARMCOLOGIQUE DES EXTRAITS DE *Leucas Martinisensis* : PLANTE ANTI-DIARRHEIQUE UTILISEE AU BUSHI** » avait comme objectif, l'étude de la similarité entre la structure du principe actif contenu dans cette plante et celle des témoins (CYPROFLOXACIN® et NEGRAME®) utilisé dans le traitement moderne de la diarrhée.

A l'issu des expériences effectuées au laboratoire de phytochimie du CRSN/Lwiro, nous avons tiré les conclusions suivantes :

- Les spots des médicaments témoins et quelques spots des extraits de la plante possèdent les mêmes longueurs et les mêmes formes. Cette observation nous permet d'affirmer la ressemblance entre la structure chimique de certains principes actifs contenus dans la plante *Leucas Martinisensis* et celle des médicaments témoins.

- Cela conduit aussi à confirmer la similarité dans leur activité pharmacologique. Etant donné qu'il y a eu plusieurs spots qui ont migré, il existe beaucoup d'autres principes actifs qu'il faudra isoler ultérieurement.

REFERENCES

- [1] TROUPIN G. (1985) ; Flore du Rwanda : Spermatophyte, Vol. III ACC, Bruxelles, 728 pages.
- [2] BALAGIZI K. et MULLER M. (2007) ; Les plantes médicinales du Bushi ; Ed. Gênes-Italie.
- [3] SOFOWORA A. (1996) ; Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique ; Ed. Karthala, 371 pages.
- [4] SCHORODERET M. et als (1998) ; Pharmacologie ; des concepts fondamentaux aux applications thérapeutiques, 3^e Ed. FRISSON ROCHE, Paris, 1010 pages.
- [5] NEWINGER H. D. (2000); African traditional medicine: A dictionary of plants, scientific publishers, Stuttgart.
- [6] MARTIN H. (1996); Médecine naturelle tropicale, 4^e Ed. Kwango-Zaïre, 59 pages.
- [7] KERHARO J. (1974) ; Pharmacopée traditionnelle sénégalaise, Ed. Vugo-Frère.
- [8] ANONYME (S.D) ; Grande Encyclopédie Alpha des Sciences et Techniques.
- [9] HEINZ L. et als (1999) ; Atlas de poche de pharmacologie ; 2^e Ed. Flammarion, Paris-France.
- [10] AVRIL J-L. (1980) ; Les antibiotiques. Que sais-je ? PUF, Paris-France.
- [11] GAUTHIER J. et MALANGEAU (1968) ; Mise au point de chimie analytique organique-pharmaceutique et bromatologie, Ed. Masson Paris ; 239 pages.
- [12] SKOOG et als (1997) ; Chimie analytique, Ed. De Boek, Bruxelles.

Reliability and Validity of Indigenous Death Anxiety Scale

Afreen Faiza¹ and Anila Amber Malik²

¹Ph.D Scholar, Department of Psychology, University of Karachi, Karachi, Pakistan

²Professor, Department of Psychology, University of Karachi, Karachi, Pakistan

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

ABSTRACT: The purpose of the study was to assess the reliability and validity of self report Indigenous Death anxiety scale (IDAS). The Urdu version of scale was administered on 224 Pakistani Muslim population. Their age ranged from 16 to 46 years and above. Test –retest reliability for 15 –days interval showed good indices of ($r=.81$, $p<.01$). The convergent validity of present scale with Templer’s Death anxiety scale ($r=.60$, $p < .01$) and discriminant validity of present scale with Revised Life Orientation Test ($r= -.61$, $p < .01$) demonstrated significant values. We concluded that that present scale is a cultural specific, reliable and valid tool for measuring death anxiety.

KEYWORDS: Death Anxiety, Scale, Reliability, Validity, Muslim.

1 INTRODUCTION

Death is a primordial concern for every living creature “Its directive force is present from the very beginning in all of us, young and old, healthy and sick. It is not just for the combat soldier, dying person, elderly individual, or suicidal person. It is an ingredient of import throughout the entire life span” (Eifel, 1990, p. 539) . It produce negative feelings among all of us and every one feels apprehensive when confronted with the idea of death. Goodman (1981) documented that “The existential fear of death; the fear of non-existence; is the hardest to conquer. Even the most defensive structures like denial of reality, rationalization etc., do not lend themselves readily as protective barriers against this existential fear of death”. Similarly , Yalom in 1980 pointed out the inescapability of death as “The fear of death plays a major role in our internal experience; it haunts as nothing else does; it rumbles continuously under the surface; it is a dark, unsettling presence at the rim of consciousness” (p. 27).

It is difficult to agree upon a single definition of death anxiety, numerous authors perceived idea of death anxiety differently. Death anxiety referred to “the state in which an individual experiences apprehension, worry, or fear related to death and dying” (Carpenito-Moyet ,2008, p.38) . Death anxiety included angst related to death and dying process. (Templer in 1970). Death characterized by an absolute annihilation and destruction to one’s existence. Feeling of lonelines, loss of identity and solitude conferred negative emotions related to death anxiety (DePaola, Neimeyer, Griffin, & Young,2003) .

Death anxiety grappled via diverse angels, many scientists believed that death anxiety is a multidimensional concept construct (Florian & Mikulincer, 1997; Suhail & Akram, 2002). Collett and Lester (1969) identified four dimensions of which are related to fear of death, Neimeyer and Moore (1994) proposed eight domains about fear of death which included fear about the death of others, fear of one’s own death, fear of the dying process, and fear of the unknown after death (Fry, 2003) .Whereas Florian and Kravetz (1983), contended that death anxiety is composed of three components i.e intrapersonal, interpersonal and transpersonal consequences of death.

It is observed that terms fear and anxiety are used by the researchers in exchange with each other to denote the same concept in literature. However there is a difference between these two terms as "A distinction often made by psychoanalysts is that fear is experienced in reference to specific environmental events or objects, while anxiety is a negative emotional state that lacks a specific object" (Schulz,1978, p. 21) .

Our Pakistani society is facing global terrorism and violence, brutal killings and vivid blood sheds. Since past few decades, we became regular audience of ethnic, socio political rivalries, blood sheds and mass killings. This induced tremendous amount of insecurities and jeopardized overall well being of individuals. People in our society live in constant insecurity this creates death apprehension among citizens. Pertaining to this fact careful evaluations and interventions to address the issue of death anxiety is the highly needed. Dearth of reliable and valid culturally tailored death anxiety measure aspired the need to carry out the present investigation.

OBJECTIVES

The study included following objectives:

1. To determine test-retest reliability of Death Anxiety Scale.
2. To determine convergent validity of Death Anxiety Scale.
3. To determine discriminant validity of Death Anxiety Scale.

2 METHODOLOGY

Sample

Sample of N= 224 individuals were approached for study. Their age ranged from 16 to 46 years and above. All participants recruited for the study were Muslims (i.e.; believers of religion Islam). They belonged to different socioeconomic, educational and occupational backgrounds. They all were recruited through random sampling technique from different areas of Karachi city. The participation in this study was completely voluntarily.

Instruments

Consent Form

It described that brief purpose of study. It was explained that the participation was on voluntarily basis and all the information would be solely utilized for research purpose. It was also mentioned that participants have full right to leave study at any point.

Personal Information Sheet

A self developed personal information sheet was made by researchers of the study. It contained personal information that included name (optional), age, gender, educational status, socioeconomic status of respondents.

Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS)

It is a self reported scale which comprised of 63 items. This scale directly measures the level of death anxiety. It included five subscales i.e punishment after death, Loss of Personal and social identity, finality of death, lack of control and helplessness. Responses for items recorded on 4 point Likert scale (Always=4, sometimes=3, often= 2, never=1). The correlation coefficients of items lies in the range of ($r = .3$ to $.71, p < .01$). Internal consistency for 63 items indicated value of ($r = .97$). All items in present scale were in Urdu language.

Procedure

Sample of (N=104) individuals were recruited to study test-retest reliability of present scale, among them 41 were males and 63 were female individuals. While Sample of (N=120) individuals were recruited to find out the validity of present scale, among them 52 were males and 68 were female individuals.

An official consent was sought from concerned authorities where needed, proper personal consent were also taken from individuals for data collection. Since death can be a disturbing issue, ethical factors for the study were also accounted. They were completely described about the purpose of study and handed over scale in the form of booklet. All participants were told that they deserved full right to leave study if felt emotionally upset.

Reliability and Validation

a. Test Retest Reliability of the scale

Death anxiety scale and related measures were administered on a sample of (N=104) individuals after 15 days interval. Pearson correlation coefficient was utilized to find the relationship between two administrations.

b. Convergent validity of the scale

Convergent validity of present scale was determined with Templer’s death anxiety Scale(DAS), The measures were administered on a sample of (N=120) individuals. The Templer’s Death anxiety Scale (1970), measures individual’s anxiety about death . The scale was translated in Urdu through back to back translation process for present study. The scale comprised of 15 true and false forced choice statements. True options scored as 1 and false scored as 0. Out of 15 statements, four statements (3,5,7,15) advised to score in reverse directions i.e, True scored as 0 and false scored as 1. Aggregated score of all responses showed intensity of death anxiety. Scores ranged from lower as 0 to higher as 15. Internal consistency and test retest reliability of scale reported as .76 and .83 (Templer, 1970).

c. Discriminant validity of the Scale

Discriminant validity of present scale was determined with life orientation test – Revised (LOT-R) . This measure was developed by Scheier, Carver and Bridges in 1994. The measures were administered on a sample of (N=120) individuals. This instrument measures individual’s overall tendency to expect positive outcomes from future. This scale comprised of 10 items, out of ten items, four are filler items i.e 2,5,6,8 . The responses of these items are not included in final scorings. Responses scored on 4 point likert scale.(disagree a lot=1, 2= disagree a little, 3 neither agree nor disagree, 4= agree a little to agree a lot=5). Item 3, item 7 and item 9 are advised to score in reverse directions. Internal consistency of (LOT-R) found to be 0.78. Test retest reliability of instrument was also found across different intervals of 4 weeks (r=0.79), 4 months(r=0.68) and for one year (0.60) period showed an adequate temporal stability (Scheier & Carver, 1985, Scheier et al., 1994). For the present study translated version of LOT –R in Urdu language was utilized (Anila& Ismail,2005).

3 RESULTS

After data completion responses were subjected for statistical analysis; Pearson correlation coefficient (r) was utilized to compute test- retest reliability, convergent and discriminant validity of scale.

Test –Retest Reliability of Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS)

Table 1 shows test retest reliability coefficients of the for the two administrations of the scale for an interval of 15 days.

Table1. Test -Retest Reliability of Death Anxiety Scale for15days interval (N=104)

Measures	M	SD	Correlation value
Death Anxiety Scale (Administration I)	136.81	38.86	.81**
Death Anxiety Scale (Administration II)	133.54	38.63	

** p < .01

Table 1 describes positive and strong relationship between the composite scores of Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS) for first and second administrations for fifteen days interval.

Convergent validity of Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS)

Convergent validity of present Indigenous Death Anxiety scale(IDAS) was determined with Templer’s death anxiety Scale(DAS) on a sample of (N= 120)individuals.

Table 2. Convergent Validity Coefficients of Death Anxiety Scale with Templer’s Death Anxiety Scale (N=120)

Death Anxiety Scale	TDAS
Death anxiety Scale	.60**

TDAS= Templer’s Death Anxiety Scale. p < .01**

Table 2 illustrates coefficient values between Templer’s Death Anxiety scale and composite scores of Indigenous Death Anxiety Scale(IDAS).

Discriminant validity of Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS)

Discriminant validity of present Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS) was determined with Life Orientation Test Revised (LOT-R) on a sample of (N= 120) individuals.

Table 3. Discriminant Validity Coefficients of Indigenous Death Anxiety Scale (IDAS) with Life Orientation Test Revised (N=120)

Death Anxiety Scale	LOT (R)
Death Anxiety Scale	-.61**

Note. LOT (R) = Life Orientation Test Revised $p < .01$ **

Table 3 demonstrates coefficient values between Life Orientation Test Revised and scores of Death Anxiety Scale.

4 DISCUSSION

Present endeavor of the study was the determination of reliability and validity of Indigenous death anxiety Scale (IDAS). Present scale was designed because of non availability of reliable and valid death anxiety measure which represents Pakistani culture. To effectively gauge the phenomenon in Pakistani culture the measures used in this study were in Urdu language. Temporal stability of the scale for 15 days interval showed strong positive and significant value (See table 1). Findings mirrored that present construct possess stability of scores over time. This implied that present tool is a reliable measure.

Convergent validity of the newly designed measure with Templer's Death Anxiety scale demonstrated positive and significant associations. While discriminant validity of present construct with Revised Life Orientation test showed an inverse, significant value with death anxiety scale. The acceptable indices of reliability and validity showed that present measure is a psychometric sound tool that can be safely utilized for assessments of death anxiety.

The study was focused to carry out initial validation of scale however; further validations are recommended in future studies with inclusion of larger sample size from different geographical areas of Pakistan. This would enhance the generalizability of present findings to the whole country. The study could be replicate considering individuals suffering from mental and physical health disease ; individuals with different religious backgrounds could be included to refine the psychometrics of scale.

Present study raised significant issue that suits present cultural milieu. The presently formulated reliable and valid assessment tool in Urdu language was an initial effort to gauge the apprehensions of death among Pakistani Muslim population. This study will help to provide possible clinical assessments and interventions to address issue of death among our population.

5 CONCLUSION

The study revealed that present self reported Urdu version of indigenous death anxiety Scale (IDAS) showed good indices of temporal stability at 15 days interval. The correlation coefficients of convergent and discriminant validity also exhibited satisfactory ranges.

REFERENCES

- [1] Anila, A.M., & Ismail, Z., (2005). "Development of Social Support Scale," *Pakistan Journal of Psychology*, 36(1); 26.
- [2] Carpenito-Moyet, L. J. (2008). *Handbook of nursing diagnosis*. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins.
- [3] Collett, D., & Lester, D. (1969). "The fear of death and the fear of dying," *Journal of Psychology*, 72, 179-181.
- [4] DePaola, S.J., Griffin, M., Young, J.R., & Neimeyer, R.A. (2003). "Death anxiety and attitudes toward the elderly among older adults: The role of gender and ethnicity," *Death Studies*, 27, 335-354.
- [5] Feifel, H. (1990). "Psychology and death," *American Psychologist*, 45(4), 537-543.
- [6] Florian, V. & Kravetz, S. (1983). "Fear of personal death: Attribution, structure, and relation to religious belief," *Journal of Personality and Social Psychology*, 44, 600-607.
- [7] Florian, V. & Mikulincer, M. (1997). "Fear of personal death in adulthood: The impact of early and recent losses," *Death Studies*, 21, 1-24.
- [8] Fry, P.S. (2003). "Perceived self-efficacy domains as predictors of fear of the unknown and fear of dying among older adults," *Psychology and Aging*, 18, 474-486.
- [9] Goodman, L.M. (1981). *Death and the creative life: Conversations with eminent artists and scientists as they reflect on life and death*. New York: Springer F. Company.

- [10] Neimeyer, R. A., & Moore, M. K. (1994). Validity and reliability of the Multidimensional Fear of Death Scale. In R. A. Neimeyer (Ed.), *Death and anxiety handbook: Research, instrumentation, and application* (pp. 103–119). Washington, DC: Taylor & Francis.
- [11] Scheier, M. F., & Carver, C. S. (1985). "Optimism, coping, and health: Assessment and implications of generalized outcome expectancies," *Health Psychology, 5*, 219–247.
- [12] Scheier, M. F., Carver, C. S., & Bridges, M. W. (1994). "Distinguishing optimism from neuroticism (and trait anxiety, self-mastery, and self-esteem): A reevaluation of the Life Orientation Test," *Journal of Personality and Social Psychology, 67*, 1063–1078.
- [13] Schulz, R. (1978). *The psychology of death, dying and bereavement*. London: Addison-Wesley publishing company.
- [14] Suhail, K. & Akram, S. (2002). "Correlates of death anxiety in Pakistan," *Death Studies, 26*, 39-50.
- [15] Templer, D.I. (1970). "The construction and validation of a death anxiety scale," *Journal of General Psychology, 82*, 165-177.
- [16] Yalom, I. D. (1980). *Existential psychotherapy*. New York: Basic Books.

Reduced Order Model Based GPC for a Binary Distillation Column

Anuj Abraham¹, V. Vetriselvi², and N. Pappa²

¹Department of Applied Electronics & Instrumentation, Rajagiri School of Engineering & Technology, APJ Abdul Kalam Technological University, Kerala, India

²Department of Instrumentation Engineering, MIT Campus, Anna University, Chennai, India

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

ABSTRACT: In this paper, an optimal Generalized Predictive Control (GPC) is developed for binary distillation column using first principle model and linearized models. The nonlinear multivariable binary distillation column process is simulated with first principle differential equations and its linearized 16th order and reduced 5th order models were obtained. The GPC is designed based on original linearized model, reduced model and nonlinear first principle model. The performance of GPC with the above three considered model structures were compared. The response of GPC with reduced 5th order model shows similar characteristics of linearized 16th order model. Hence, the computation complexity can be reduced using a reduced order model for a binary distillation column process, without compromising on the performance.

KEYWORDS: Binary distillation column, multivariable, reduced order, modeling, linearization, generalized predictive controller.

1 INTRODUCTION

Distillation is most commonly used separation method in the petroleum and chemical industries for purification of final products. The design and efficient control of distillation column is a challenging task due to high nonlinearity and dynamic behavior. Model Predictive Control (MPC) methods which are based on model based control strategies and are widely used to control parameters in various industrial process applications. Distillation column consists of a vertical column, where plates or trays are used to increase the component separations. Distillation column is separated into two sections, mainly stripping section and rectification section. The trays above the feed tray is called stripping section and the trays below the feed tray are called rectification section. Reboiler and condenser are used as heat duties. Condenser is used to condense distillate vapor and reboiler is used to provide heat for the necessary vaporization from the bottom of the column. Condensed vapor is collected in reflux drum and required amount of it is used as a reflux [6][7]. The vertical column is designed for 14 trays and the list of process parameters considered is shown in Fig. 1.

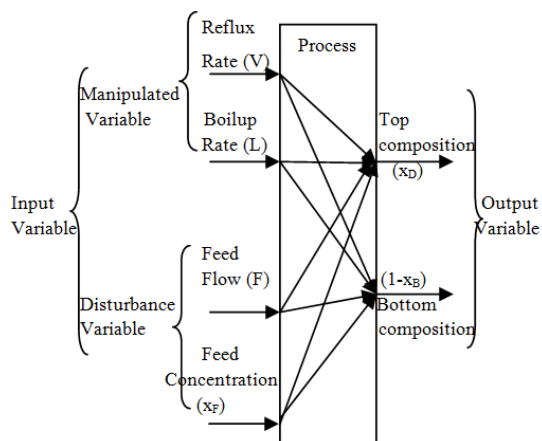


Fig.1 Process parameters of Distillation Column

2 MATHEMATICAL MODELING

2.1 ASSUMPTIONS

The various assumptions considered for the distillation column modeling [4] are given below:

- a) The relative volatility α is constant throughout the column. This means the vapor liquid equilibrium relationship can be expressed by,

$$y_n = \frac{\alpha x_n}{1 + (\alpha - 1)x_n} \quad (1)$$

x_n is liquid composition on n^{th} stage,

y_n is vapor composition on n^{th} stage,

α is the relative volatility.

- b) The overhead vapor is totally condensed in a condenser.
- c) The liquid holdups on each tray, condenser, and the re-boiler are constant and perfectly mixed
- d) The holdup of vapor is negligible throughout the system.
- e) The molar flow rates of the vapor and liquid through the stripping and rectifying Sections are constant.
- f) The column is numbered from bottom ($n=1$ for the re-boiler, $n=2$ for the first tray, $n=f$ for the feed tray, $n=N+1$ for the top tray and $n=N+2$ for the condenser)

2.2 DYNAMIC MODEL OF DISTILLATION COLUMN PROCESS

Based on the assumptions described in section 1.1, the dynamic models of distillation process are expressed by the following component material balance equations:

Condenser ($n=16$):

$$M_D \dot{x}_n = (V + V_F) y_{n-1} - Lx_n - Dx_n \quad (2)$$

Tray n ($n=10$ to 15):

$$M \dot{x}_n = (V + V_F)(y_{n-1} - y_n) + L(x_{n+1} - x_n) \quad (3)$$

Tray above the feed flow ($n=9$):

$$M \dot{x}_n = V(y_{n-1} - y_n) + L(x_{n+1} - x_n) + V_F(y_F - y_n) \quad (4)$$

Tray below the feed flow (n=8):

$$M\dot{x}_n = V(y_{n-1} - y_n) + L(x_{n+1} - x_n) + L_F(x_F - x_n) \quad (5)$$

Tray n (n=2 to 7):

$$M\dot{x}_n = V(y_{n-1} - y_n) + (L + L_F)(x_{n+1} - x_n) \quad (6)$$

Re-boiler (n=1):

$$M_B\dot{x}_1 = (L + L_F)x_2 - Vy_1 - Bx_1 \quad (7)$$

3 PROCESS DATA FOR DISTILLATION COLUMN UNDER NOMINAL OPERATING CONDITION

The process data are based on a real petroleum project from Petro Vietnam Gas Company reported in [8]. The input feed consist of LPG and Naphtha. The relative volatility α under operating conditions is 5.68. The properties and variations of the feed includes molar weight, liquid density [2], feed composition of feed under operating conditions are listed in Table 1.

Table 1 Properties of feed

Properties	LPG	Naphtha
Molar weight	54.4-55.6	84.1-86.3
Liquid density (kg/m ³)	570-575	725-735
Feed composition (vol %)	38-42	58-62

Table 2 Operating conditions of distillation column process

Stream	Feed	LPG	Naphtha
Temperature (°C)	118	46	144
Pressure (atm)	4.6	4	4.6
Density (kg/m ³)	670	585	727
Volume flow rate (m ³ /h)	22.76	8.78	21.88
Mass flow rate (kg/h)	15480	5061	10405
Plant capacity (ton/year)	130000	43000	87000

Table 3 Nominal values for process parameters of distillation column process

Variable	Stream	Molar flow	Unit
M _B	Liquid holdup in the column base	31.11	kmole
M	Liquid holdup on a tray	5.8	kmole
M _D	Liquid holdup in the reflux drum	13.07	kmole
V _F	Vapor rate in feed	98.5152	kmole/h
L _F	Liquid rate in feed	104.2491	kmole/h
V	Internal vapor rate	66.3407	kmole/h
L	Internal liquid rate	75.638	kmole/h
D	Distillate flow rate	92.7597	kmole/h
B	Bottoms flow rate	110.9235	kmole/h

The operating conditions of distillation column process and nominal values of process parameters reported in [8] are summarized in Table 2 and Table 3 respectively.

4 PROCESS SIMULATION AND LINEARIZATION

The process is simulated using Eq. (2) to (7) and nominal parameter values reported in Table I to III. The variation in concentration of top and bottom product on each tray for nominal operating conditions of the binary distillation column is shown in Fig.2

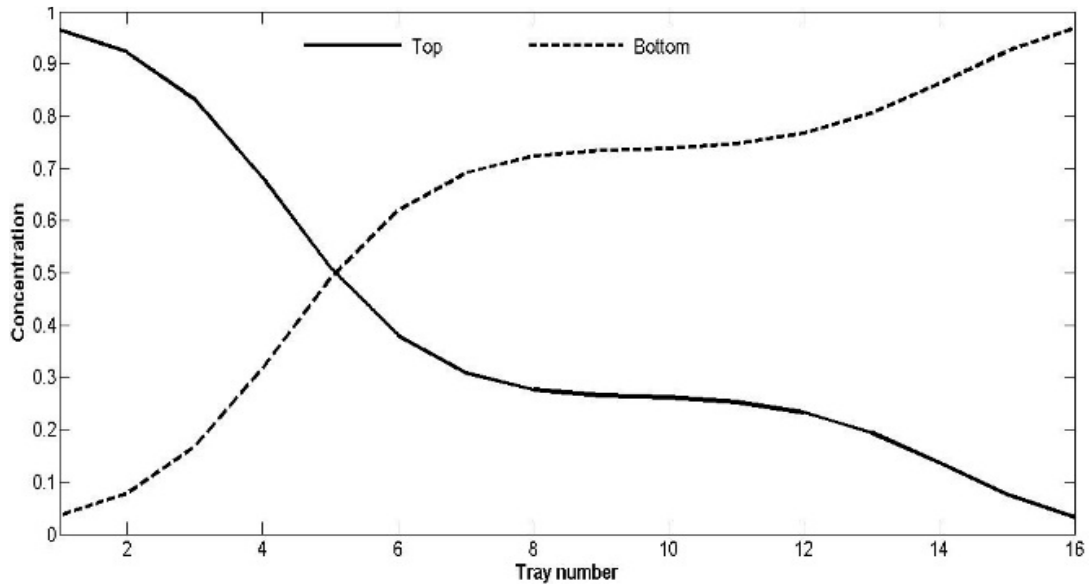


Fig.2 concentration of top and bottom product with respect to different tray

From Fig.2, it is observed that simulation with the nominal values of stream, the purity of the distillate product is 96.45% and the impurity of the bottoms product is 3.13%.

4.1 LINEARIZATION OF NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATION

Multivariable binary distillation column is a nonlinear process, which is linearized to perform a simulation and stability analysis. A linearized model of order 16 is obtained using Taylor’s series expansion and Jacobian linearization process. The linearized 16th order state space model is obtained as given in Eq.8, where x represents the states of the concentration at each stages ranging from 1 to 16, L and V represents the internal liquid rate and internal vapor rate respectively.

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \mathbf{A}x + \mathbf{B}u \\ y &= \mathbf{C}x + \mathbf{D}u \end{aligned} \tag{8}$$

where,

matrices **A**, **B**, **C**, **D** having size (16×16), (16×2), (2×16), (2×2) respectively.

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_{16}]^T$$

$$u = [L, V]^T$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix}
 -12.7805 & 5.7823 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 49.4273 & -66.25 & 31.015 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 35.2349 & -55.0955 & 31.015 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 24.0805 & -48.8275 & 31.015 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 17.8125 & -45.9154 & 31.015 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 14.9003 & -44.664 & 31.015 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 13.649 & -44.1413 & 31.015 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 13.1263 & -43.9229 & 13.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12.9078 & -43.744 & 13.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 30.703 & -40.0547 & 13.041 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 27.0136 & -33.9266 & 13.041 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20.8855 & -27.0765 & 13.041 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 14.0355 & -22.506 & 13.041 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 9.465 & -19.7888 & 13.041 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6.7447 & -18.7598 & 13.041 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2.5378 & -12.8843
 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix}
 0.0025 & -0.005 \\
 0.0105 & -0.0284 \\
 0.0098 & -0.0264 \\
 0.0066 & -0.0178 \\
 0.0035 & -0.0094 \\
 0.0016 & -0.0043 \\
 0.0007 & -0.0019 \\
 0.0018 & -0.0008 \\
 0.0056 & -0.002 \\
 0.0124 & -0.0057 \\
 0.0225 & -0.0103 \\
 0.0296 & -0.0136 \\
 0.0257 & -0.0118 \\
 0.0155 & -0.0071 \\
 0.0074 & -0.0034 \\
 -0.0738 & 0.0754
 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix}
 0 & 0 \\
 0 & 0
 \end{bmatrix}$$

4.2 MODEL ORDER REDUCTION (MOR)

The requirement of model order reduction is that the reduced order model obtained should retain the important and key qualitative and quantitative properties such as stability, transient and steady state response etc. of the original system[13]. Three different model order reduction techniques namely Balanced Truncation, Singular Perturbation, Hankel Norm approximation are attempted and it is observed that a 5th order reduced model obtained using Hankel Norm captures the majority of behavior of the system [1].

Based on the reduced order model the simulation is carried out for nominal operating values. Model response of linearized model and reduced order model for top and bottom product is shown in Fig.3 and Fig.4 respectively.

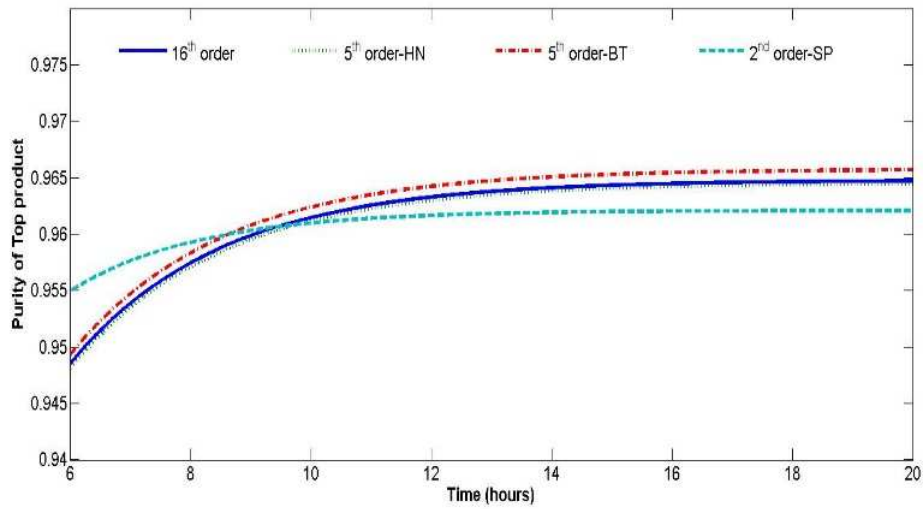


Fig.3 Comparison of linearized model and reduced order models for top product quality

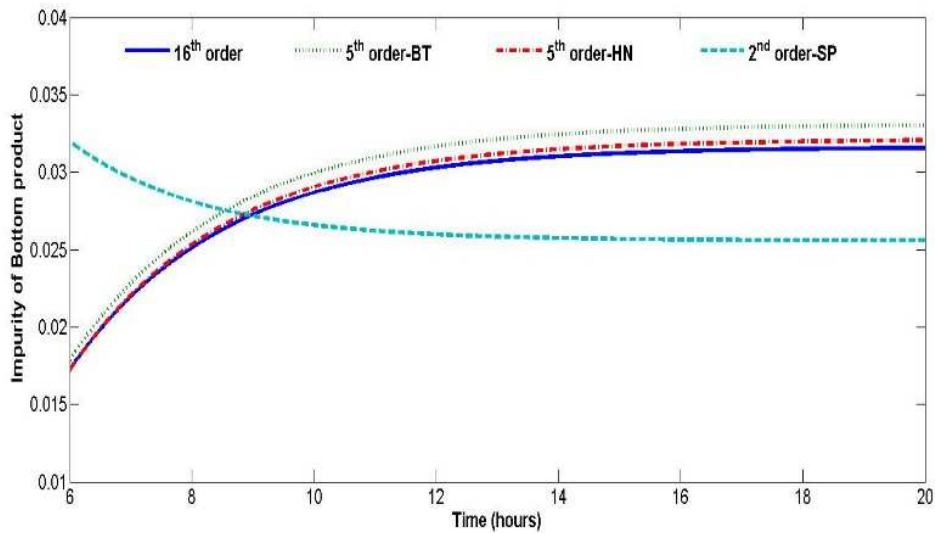


Fig.4 Comparison of linearized model and reduced order models for bottom product quality

Based on the response of the reduced order model based on Hankel norm approximation captures the majority of the input output behavior of the system.

Table 4 ISE, IAE, MSE performance indices for original and reduced order model

Product	Order	ISE	IAE	MSE
Bottom composition	5 th order HN	2.5×10^{-3}	2.02	8.3×10^{-8}
	2 nd order SP	2.54	41.45	8.4×10^{-5}
	5 th order BT	1.31	48.02	4.3×10^{-5}
Top composition	5 th order HN	2.02×10^{-4}	0.61	6.7×10^{-9}
	2 nd order SP	5.11×10^{-1}	18.13	1.7×10^{-5}
	5 th order BT	8.10×10^{-1}	383.18	2.6×10^{-3}

From the Table 4, it is observed that the reduced order model obtained using Hankel norm has minimum ISE, IAE and MSE values for both top and bottom product quality. The linearized reduced order state space model using Hankel norm is obtained as given below,

$$\begin{aligned}\dot{x}_h &= A_h x + B_h u \\ y_h &= C_h x + D_h u\end{aligned}\quad (9)$$

where

$$x_h = [x_1, x_2, \dots, x_5]^T$$

$$u = [L, V]^T$$

$$A_h = \begin{bmatrix} -20.69 & 4.391 & -4.548 & 1.85 & 1.562 \\ 0 & 12.62 & -1.194 & -1.375 & 1.621 \\ 0 & 0 & -6.285 & -1.983 & 1.667 \\ 0 & 0 & 0 & -1.378 & -0.205 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.397 \end{bmatrix}$$

$$B_h = \begin{bmatrix} 0.05684 & -0.09297 \\ -0.1871 & 0.1725 \\ -0.113 & 0.1035 \\ -0.03752 & 0.09185 \\ 0.0309 & 0.002422 \end{bmatrix}$$

$$C_h = \begin{bmatrix} -0.03884 & -0.009042 & 0.007691 & -0.08733 & 0.006092 \\ -0.09442 & 0.2501 & 0.1421 & 0.0944 & -0.03215 \end{bmatrix}$$

$$D_h = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

5 GPC FOR BINARY DISTILLATION COLUMN

Composition control diagram of a multivariable binary distillation column process is shown in Fig.5. In this control configuration, the vapor flow rate V and the liquid flow rate L are the control inputs to maintain the specification of the product concentration outputs X_B and X_D (controlled variable) due to disturbance F (feed flow) and X_F (feed concentration)[3].

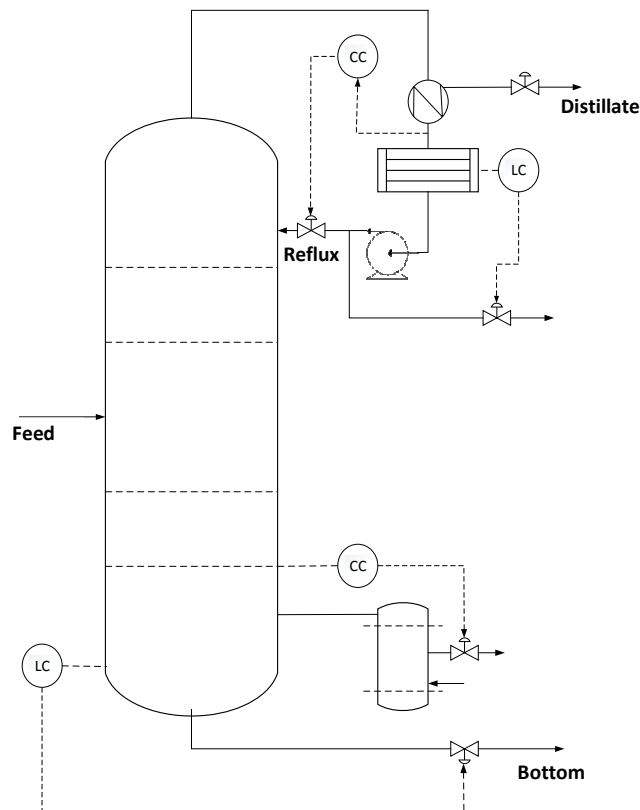


Fig. 5 Composition control of binary distillation column

5.1 MODEL PREDICTIVE CONTROLLER

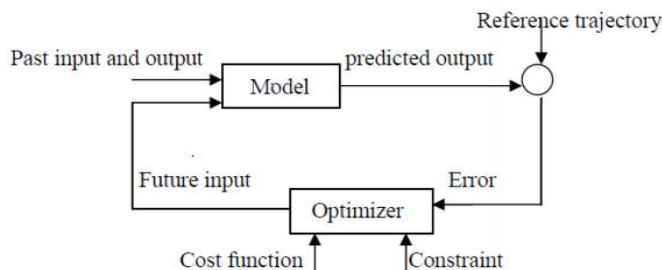


Fig.6 Model predictive control

MPC structure is shown in Fig.6. MPC is the family of controllers, makes the explicit use of model to obtain control signal. The reason for its popularity in industry and academia is its capability of operating without expert intervention for long periods. There are various control design methods based on model predictive control concepts.

The most widely used MPC control strategies are Dynamic Matrix Control (DMC), Model Algorithmic Control (MAC), Predictive Functional Control (PFC), Extended Prediction Self-Adaptive Control (EPSAC), Extended Horizon Adaptive Control (EHAC) and GPC [4].

5.2 GENERALIZED PREDICTIVE CONTROL

GPC is one of the most popular predictive control algorithms developed by D. W. Clarke in 1987. GPC caters for offsets (since it uses integrated Controlled Auto Regressive Moving Average (CARIMA) model), feed-forward signals, and multivariable plant without detailed prior knowledge of structural indices[14]. Basic principle of GPC is shown in Fig7.

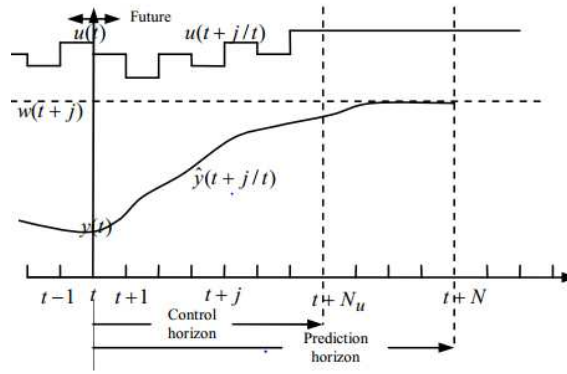


Fig.7 Moving horizon strategy

A CARIMA model is used to obtain good output predictions and optimize a sequence of future control signals to minimize a multistage cost function defined over a prediction horizon. The inclusion of disturbance is necessary to deduce the correct controller structure.

$$A(z^{-1})y(t) = B(z^{-1})u(t-1) + C(z^{-1}) \frac{e(t)}{\Delta} \tag{10}$$

$\Delta = 1 - z^{-1}$ is the backward shift operator.

$$A(z^{-1}) = 1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_{na} z^{-na} \tag{11}$$

$$B(z^{-1}) = b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_{nb} z^{-nb} \tag{12}$$

$$C(z^{-1}) = 1 + c_1 z^{-1} + c_2 z^{-2} + \dots + c_{nc} z^{-nc} \tag{13}$$

$$R = r \times \text{eye}(2 \times N_c) \quad Q = q \times \text{eye}(2 \times N_c) \tag{14}$$

$$J = \sum_{j=N_{p1}}^{N_{p2}} R [\hat{y}(t+j/t) - w(t+j)]^2 + \sum_{j=1}^{N_u} Q [\Delta u(t+j-1)]^2 \tag{15}$$

where, $\hat{y}(t+j/t)$ is the j step ahead prediction of the system on data upto time t ,

$w(t+j)$ is the future reference trajectory,

N_{p1} is the minimum value for prediction horizon,

N_{p2} is the maximum value for prediction horizon,

N_c is the control horizon,

Q and R are weighting matrices.

The optimal input is given by, $\Delta u = K(w-f)$

K is the first row of matrix $(G^T G + \lambda I)^{-1} G^T$

where, G is the step response

The current control is given by, $u(t) = u(t-1) + K(w-f)$

Whereas for $(w-f)=0$, there is no control move. GPC depends on the integration of assumption of CARIMA model, recursion of Diophantine equation, consideration of weighting of control increments in cost function and the choice of a control horizon. The advantages of GPC is that it is applicable to nonminimum phase, open loop unstable and having variable dead time. Also it is capable of considering both constant and varying future set points and It is unaffected (unlike pole-placement strategies) if the plant model is over parameterized [6].

6 RESULTS AND DISCUSSIONS

6.1 CLOSED LOOP PERFORMANCE WITH GPC

6.1.1 GPC BASED ON LINEARISED 16TH ORDER MODEL

Servo response of GPC with linearized 16th order model for bottom product impurity and top product purity is shown in Fig.8a and Fig.8b respectively.

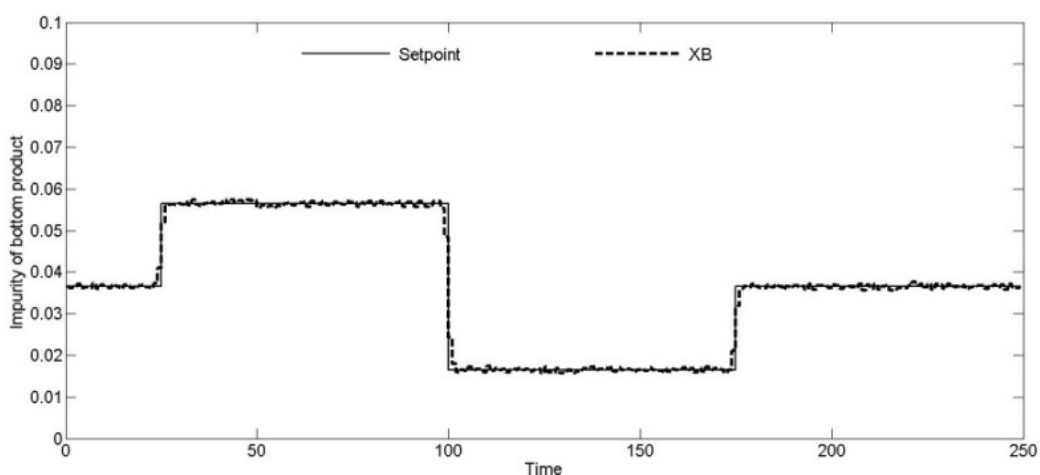


Fig.8a Servo response of GPC for X_B based on 16th order linearized model

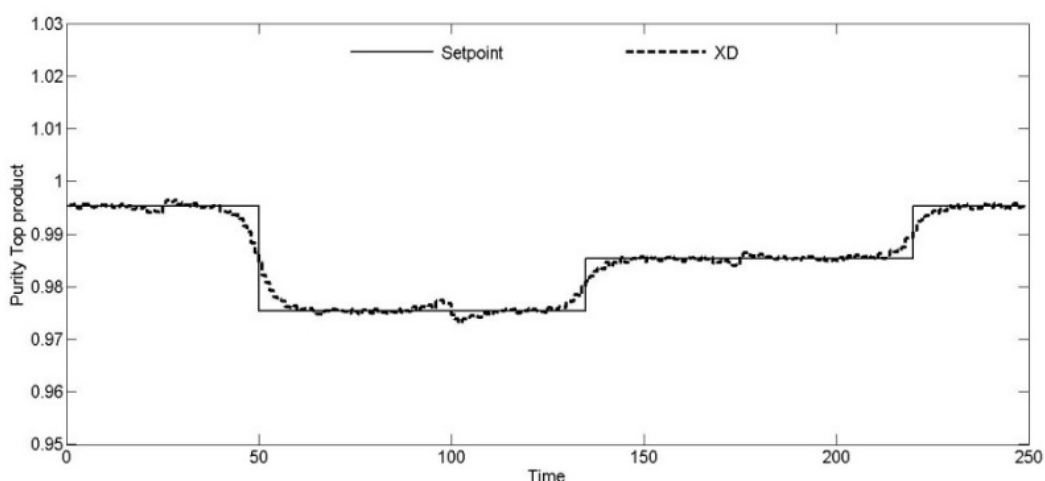


Fig.8b Servo response of GPC for X_D based on 16th order linearized model

The optimally tuned GPC is able to track set point with minimum overshoot and settling time. The control action for the given multiple positive and negative step changes to the process for the top and bottom component using a full order linearized model is as shown in Fig.9.

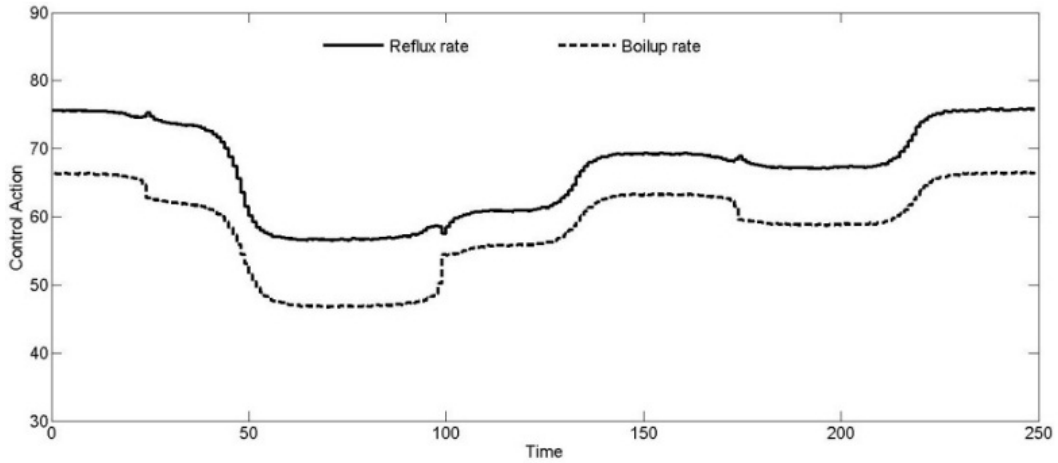


Fig.9 Controller output of GPC based on 16th order linearized model of the process for reflux & boilup rate

6.1.2 GPC BASED ON REDUCED 5TH ORDER MODEL

Servo response of GPC with linearized 5th order model for bottom product impurity and top product purity is shown in Fig.10a and 10b.

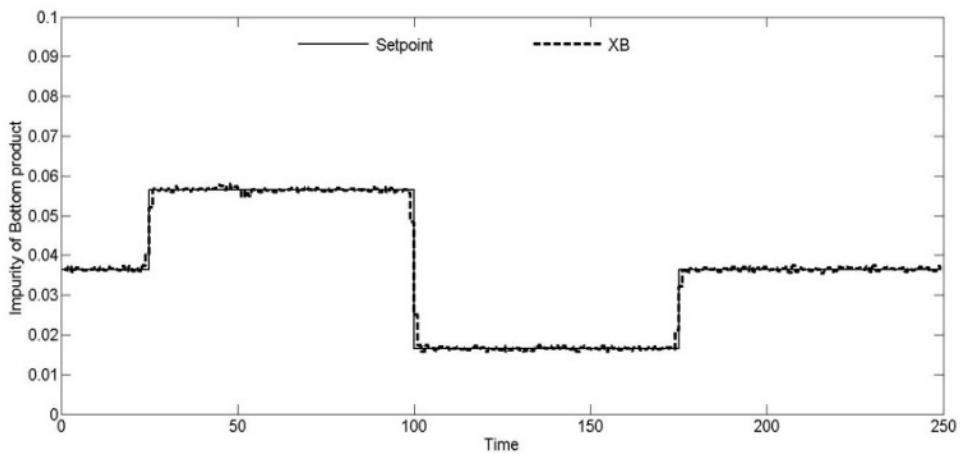


Fig.10a Servo response of GPC for X_B based on 5th order linearized model

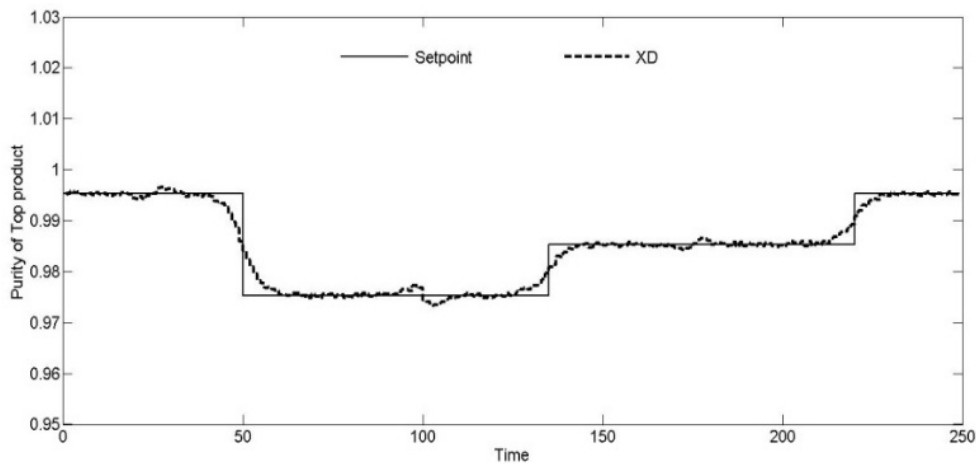


Fig.10b Servo response of GPC for X_D based on 5th order linearized model

The optimally tuned GPC is able to track set point with minimum overshoot and settling time.

The control action for the given multiple positive and negative step changes to the process for the top and bottom component using a reduced order linearized model is as shown in Fig.11. It is observed that the GPC control for linearized reduced order model has similar characters and tracks the step inputs quickly when compared to that of linearized 16th order model.

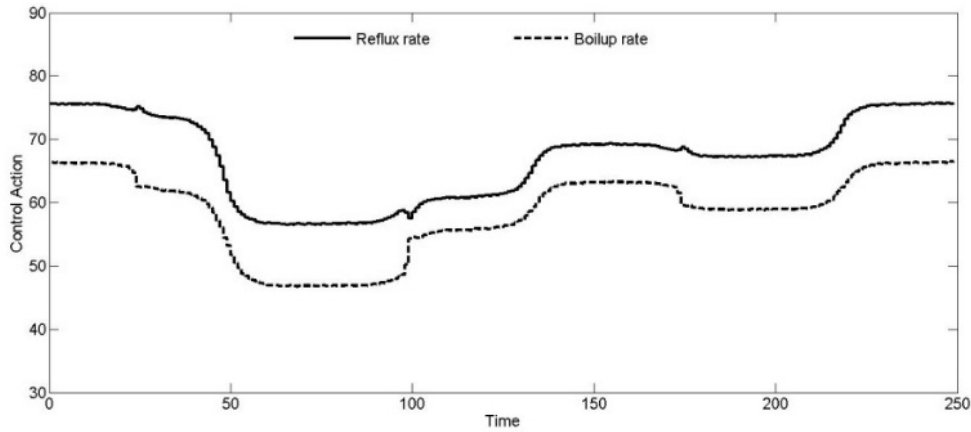


Fig. 11 Controller output of GPC based on 5th order linearized model for reflux & boilup rate

6.1.3 GPC BASED ON FIRST PRINCIPLE MODEL

Servo response of GPC with simulated process model for bottom product impurity and top product purity is shown in Fig.12a and 12b.

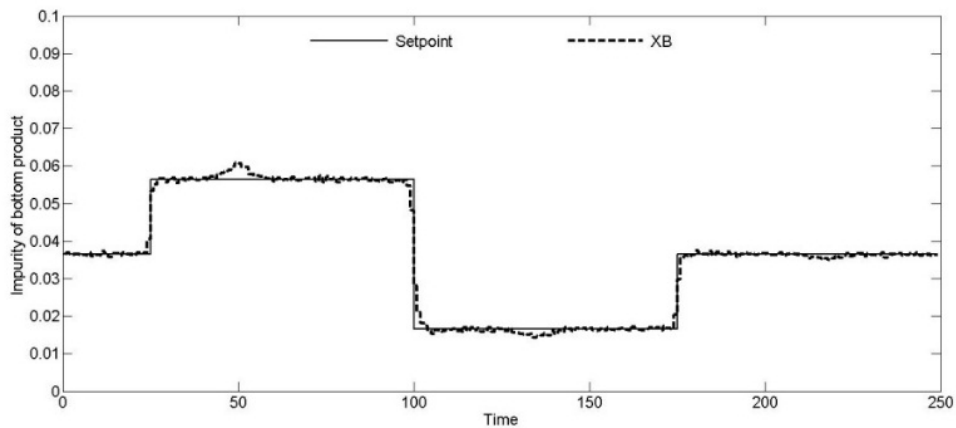


Fig.12a Servo response of GPC for X_B based on first principle model

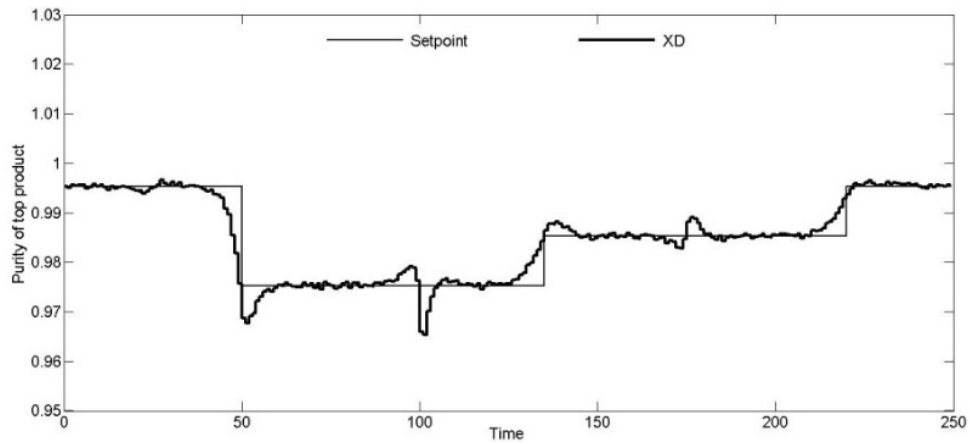


Fig.12b Servo response of GPC for X_D based on first principle model

The optimally tuned MPC is able to track set point with minimum overshoot and settling time. The control action for the given multiple positive and negative step changes to the process for the top and bottom component using first principle model is as shown in Fig.13. It is observed that the GPC algorithm for linearized models tracks the multiple reference inputs quickly to that of a GPC control using a first principle model.

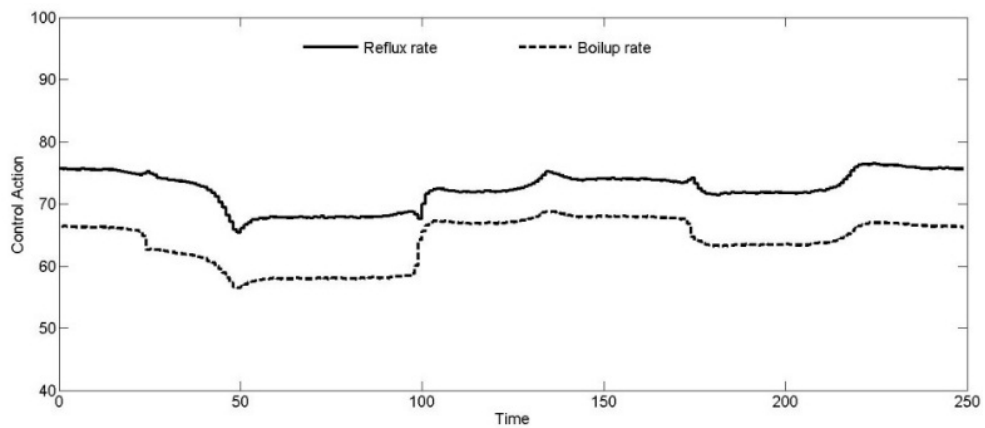


Fig.13 Controller output of GPC based on first principle model for reflux & boilup rate

From the Table 5, it is observed that the response of linearised 5th order model based GPC has almost close values to that of linearised 16th order model based GPC control and matches the dynamics of the nonlinear multivariable process. Hence, the computation complexity can be very much reduced using reduced order model.

Table 5 Performance comparison of linearized models and first principle model

	Linearized 16 th order		Reduced 5 th order		Nonlinear first principle model	
	Top product	Bottom product	Top product	Bottom product	Top product	Bottom product
ISE	247.66	0.3329	247.65	0.3328	247.65	0.3312
IAE	248.8	9.1201	248.8	9.121	248.83	9.12
MSE	0.9906	0.0013	0.9906	0.0013	0.9906	0.0013

7 CONCLUSIONS

The first principle model of binary distillation column was developed using governing equations and parameter values. The simulated distillation column was validated under nominal and steady state operating conditions.

Generalized Predictive Controller was implemented with three different model structures for binary distillation column i) Linearized 16th order model, ii) Linearized 5th order model and iii) Nonlinear first principle model using MATLAB. A comparative study was carried out by evaluating performance indices such as Integral Square Error (ISE), Integral Absolute Error (IAE) and Mean Square Error (MSE). The response of predictive control with linearised 5th order model is almost close to the linearised 16th order model, thereby reducing the computational complexity in implementing GPC for binary distillation column process.

ACKNOWLEDGMENT

The authors gratefully acknowledge Anna University, Chennai for providing financial support to carry out this research work under Anna Centenary Research Fellowship (ACRF) scheme.

REFERENCES

- [1] Anuj Abraham, N. Pappa, Daniel Honc, Rahul Sharma, 2015, 'A Hybrid Method for Determination of Effective Poles Using Clustering Dominant Pole Algorithm', World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mathematical, Computational, Natural and Physical Engineering Vol:9, No:3.
- [2] Rakesh Kumar Mishra, Rohit Khalkho, B. Rajesh Kumar, 2013, 'Effect of Tuning Parameters of a Model Predictive Binary Distillation Column' IEEE International Conference on Emerging Trends in Computing.
- [3] Adriana Aguilera-González, Carlos-Manuel Astorga-Zaragoza, Manuel Adam-Medina, Didier Theilliol, Juan Reyes-Reyes, Carlos-Danie, García-Beltrán, 2013, 'Singular linear parameter-varying observer for composition estimation in a binary distillation column', IET Control Theory and Applications, Vol. 7(3), pp. 411–422.
- [4] Vu TrieuMinh, John Pumwa, 2012, 'Modeling and Adaptive Control Simulation for A Distillation Column', 14th International Conference on Modelling and Simulation.
- [5] K. S. Holkar, L.M. Waghmare, 2010, 'An Overview of Model Predictive Control', International Journal of Control and Automation, Vol. 3 No. 4.
- [6] Wayne Bequette, B, 2010, 'Process Control Modeling, Design and Simulation', Prentice Hall, India.
- [7] V.T.Minh, M.Abdul Rani, 2009, 'Modeling and Control of Distillation Column in a Petroleum Process', Hindawi Publishing Corp., pp. 14.
- [8] Petro Vietnam Gas Company, 2009, 'Condensate Processing Plant Project Process Description', Tech. Rep.82036-02BM-01, Petro Vietnam, Washington, USA.
- [9] S. Ansarpanahi, S.B.M. Noor, M.H. Marhaban, 2008, 'Stability Study of Model Predictive Control in Presence of Undesirable Factors', Journal of Applied Sciences.
- [10] Rohit Kawathekar, James B.Riggs, 2007, 'Nonlinear model predictive control of a reactive distillation column', Control Engineering Practice 15, pp 231-239.
- [11] George Stephanopolus, 2006, 'Chemical Process Control', Prentice Hall, India.
- [12] Jiann Shiou Yang, 2005, 'Optimization-Based PI/PID Control for a Binary Distillation Column', American Control Conference, pp. 3650 – 3655.
- [13] Juergen Hahn, Thomas F. Edgar, 2002, 'An Improved Method For Nonlinear Model Reduction Using Balancing of Empirical Gramians', Computers and Chemical Engineering 26, 1379– 1398.
- [14] Camacho, F, Carlos Bardons, 1998, 'Model Predictive Control' Springer.

Potentiel Synergétique entre l'ATAWADAC (Anytime Anywhere Anydevice Anycontent), le PKM (Personal Knowledge Management) et les Applications Mobiles en RD Congo

[Synergistic Potential between ATAWADAC (Anytime Anywhere Anyway Anyway), PKM (Personal Knowledge Management) and Mobile Applications in DR Congo]

Kabuya Kamiba Isaac¹, Kyandoghère Kyamakya², Mbusa Claude Takenga³, Bagula Antoine⁴, and Kabamba Richard⁵

¹Ecole Supérieure d'Informatique Salama (ESIS), Lubumbashi, RD Congo

²Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Institute of Smart Systems Technologies, Universitäts Street 65, Klagenfurt, 902, Austria

³IT-Company Infokom GmbH, Johannesstr. 8, 17033 Neubrandenburg, Germany

⁴University of the Western Cape, ISAT Lab, Dept. of CS, Bellville, South Africa

⁵Université de Kinshasa, Facultés des Sciences, Département de Mathématiques et Informatique, Kinshasa, RD Congo

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

ABSTRACT: Being connected anytime and anywhere with access to any requested content from any device is a current societal challenge known as ATAWADAC (AnyTime AnyWhere AnyDevice AnyContent). This paper raises the issue of the synergetic potential that mobile access offers to ATAWADAC services and its integration with Personal Knowledge Management (PKM) in a growing environment realized through mobile applications worldwide and in the Democratic Republic of the Congo (DRC) in particular. The DRC has a 3G mobile network reaching only 0,8% of the population, the equivalence of 0,56 million inhabitants with no mobile computing. M-learning (Mobile Learning) can only exist when mobile computing networks and PKM platforms are implemented. From research conducted through literature reviews and published electronic data, as well as based on a mathematical and graphical demonstration; we were able to provide some answers to these issues and present in this paper key findings on mobile data usage, mobile network coverage and mobile Internet in the DRC. This was achieved by using two methods. The first method investigated the prerequisites for the existence of ATAWADAC services which cover i) ubiquitous computing ii) mobile computing iii) portable computing, iv) ambient intelligence and v) mobility. The second method consisted of demonstrating through graphical interpretations and calculations how to integrate the following four concepts: i) the mobile computing equation ii) the value of 3G mobile network in DRC iii) the PKM chain and iv) the three layering models defining the relation between the ATAWADAC, KPM, and mobile applications as a concrete result of our analyses and findings on M-Learning. Besides the description of these methods, this paper presents an interpretation of the results found and proposes avenues for future research.

KEYWORDS: ATAWADAC; Personal Knowledge Management; Mobile Applications; Mobile Computing; M-Learning.

RESUME: Être connecté n'importe quand et n'importe où avec l'accès à tout contenu demandé à partir de n'importe quel appareil est un défi sociétal actuel connu : l'ATAWADAC (AnyTime AnyWhere AnyDevice AnyContent). Cet article soulève la question du potentiel synergique que l'accès mobile offre aux services ATAWADAC et son intégration avec la gestion des connaissances personnelles (PKM) dans un environnement en pleine croissance réalisé à travers des applications mobiles dans le monde entier et en République démocratique du Congo en particulier. La RDC dispose d'un réseau mobile 3G n'atteignant que 0,8% de la population, l'équivalent de 0,56 million d'habitants sans informatique mobile. M-learning (Mobile Learning) ne peut exister que lorsque des réseaux informatiques mobiles et des plates-formes PKM sont implémentés. De la recherche

effectuée à travers des revues de littérature et des données électroniques publiées, ainsi que sur la base d'une démonstration mathématique et graphique; nous avons pu apporter quelques réponses à la question et présenter dans cet article des conclusions clés sur l'utilisation des données mobiles, la couverture des réseaux mobiles et l'Internet mobile en RDC. Ceci a été réalisé en utilisant deux méthodes. La première méthode a étudié les conditions préalables à l'existence de services ATAWADAC qui couvrent: i) l'informatique ubiquitaire; ii) l'informatique mobile; iii) l'informatique portable; iv) l'intelligence ambiante; et v) la mobilité. La deuxième méthode consistait à démontrer par des interprétations graphiques et des calculs comment intégrer les quatre concepts suivants: i) l'équation de calcul mobile ii) la valeur du réseau mobile 3G en RDC iii) la chaîne PKM et iv) les trois modèles de couches définissant la relation Entre l'ATAWADAC, le KPM et les applications mobiles en tant que résultat concret de nos analyses et conclusions sur M-Learning. Outre la description de ces méthodes, cet article présente une interprétation des résultats trouvés et propose des pistes de recherche futures.

MOTS-CLEFS: ATAWADAC, Personal Knowledge Management, Applications Mobiles, Informatique mobile, M-Learning.

1 INTRODUCTION

De nos jours, l'accès à l'information est possible en divers endroits, à partir de divers terminaux, et à travers divers médias ou formats. Nous vivons à l'ère de l'ATAWADAC. Ce dernier est un acronyme des concepts suivants : *AnyTime, AnyWhere, AnyDevice, AnyContent*. Ce concept engendre de nouveaux services et enjeux de gestion personnelle des connaissances (*PKM : Personal Knowledge Management*) au travers des *Applications Mobiles* (MA : Mobile Applications). Le développement technologique y afférent est en croissance. Nous envisageons à travers le *PKM* la possibilité d'avoir une gestion personnalisée des connaissances en tant que service intégré aux *Applications Mobiles*, ou à d'autres applications informatiques. Une gestion des connaissances basée sur l'apprentissage mobile (*Mobile-Learning*) est une nouvelle perspective pédagogique, professionnelle et économique [1] avec un potentiel énorme.

Dans cet article, nous présentons les résultats d'une recherche sur l'analyse du potentiel synergétique qu'offre l'accès aux services de l'ATAWADAC dans un contexte d'intégration de la gestion personnalisée des connaissances (le *PKM*)¹ au travers des *Applications Mobiles* dans le contexte particulier de la RD Congo. L'ATAWADAC est considéré ici comme paradigme multi-service fourni par les nouveaux réseaux mobiles de télécommunication. Le *PKM* est entendu comme la possibilité offerte à un usager de pouvoir *stocker, partager, transformer et appliquer* les informations numériques du savoir explicite dont il dispose à (l'aide) partir des *Applications Mobiles*. Selon Weiser [2], les technologies informatiques les plus profondes du XXI^{ème} siècle sont devenues invisibles. La RD Congo ne dispose pas encore de réseau des télécommunications de base qui donnerait un accès Internet fiable à tous, il est difficile d'imaginer qu'il possède en ce moment une infrastructure adaptée des télécommunications de manière haut-débit l'accès à l'information mobile sans contrainte du lieu, du temps, du terminal et, permettre la gestion personnalisée des connaissances au travers d'applications mobiles. La couverture radio mobile cellulaire n'est pas encore totale, elle atteint actuellement environ 20% de l'espace urbain² et les facilités de connexion mobile omniprésente (pour une communication ambiante) sont quasi inexistantes (en 3G ou 4G, en réseaux Wifi, en réseaux Wimax, en réseaux satellitaires,...).

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 LES PRE-REQUIS POUR UNE EXISTENCE DES SERVICES DE L'ATAWADAC

Dans cette section, nous expliquons le concept d'ATAWADAC en tant que paradigme multi-services. Nous en profitons pour définir également quelques concepts jugés indispensables pour son existence.

2.1.1 LE PARADIGME D'ATAWADAC DANS L'INFORMATIQUE MOBILE ET LES TELECOMS

En 2015, en effectuant une recherche sur le concept ATAWADAC, puis ATAWAD dans les trois moteurs de recherche Internet les plus utilisés à 90% dans le monde (à savoir Google, Yahoo, et Bing) [3, pp. 283-287] on a obtenu un résultat présenté dans le Tableau 1 ci-dessous.

¹ Plusieurs concepts existent et traitent de ce thème, comme les articles [30, 28].

² Nous comprenons par espace urbain : un espace habitable ou habité.

Tableau 1. Les occurrences des mots ATAWADAC et ATAWAD sur google.fr et scholar.google.fr

Résultats de recherches/nombres des occurrences	ATAWADAC	ATAWAD
Goole.fr	2020	31000
Scholar.google.fr	11	196

L'acronyme « ATAWADAC » a pris naissance à partir d'un autre acronyme, le « ATAWAD ». Ce dernier signifie : *AnyTime AnyWhere* et *AnyDevice* ; c'est une marque déposée de Xavier Dalloz³ depuis 2002. D'après lui, l'ATAWAD est « la possibilité offerte à un usager d'un terminal informatique de se connecter à un réseau sans contrainte de temps, de localisation, ou de terminal » [4]. De nos jours, s'ajoute dans le lexique des *Applications Mobiles* la dérivée d'ATAWAD, l'ATAWADAC (c'est-à-dire ATAWAD + *AnyContent*). Mais avec le développement du futur des applications mobiles dans l'essor de l'intelligence ambiante, de l'Internet des choses (IoT: Internet of Things)⁴ et de la réalité augmentée (addition du réel au virtuel), nous sommes en train de passer de l'ATAWADAC à l'ATAWADACAT (ATAWADAC + *AnyThings*). Nous n'aborderons pas ce dernier paradigme ici. On aura dans les prochaines années le « any network service from anywhere, at anytime and to anyone ». Une telle disponibilité de services rendra le réseau sans fil globalisé, capable de faire le transport des services multimédia et données en flux continu (data streaming) en étroite bande, comme en bande large [5].

2.1.2 MOBILITE, INFORMATIQUE UBIQUITAIRE ET INFORMATIQUE MOBILE

La mobilité, l'informatique ubiquitaire et l'informatique mobile sont, à notre avis, trois pré-requis essentiels de l'existence de l'ATAWADAC et de ses services variés.

2.1.2.1 LA MOBILITÉ

Pour une personne humaine, cette réalité intuitive prend différents aspects dans le domaine de l'informatique et des télécommunications: l'ubiquité, le nomadisme et les systèmes sensibles aux contextes qui interagissent ensemble. Les travaux de [6] et [7], comme ceux de tant d'autres chercheurs d'ailleurs, donnent des idées claires du concept, dans le domaine des réseaux de communication et de l'informatique mobile. Dans ce cadre précis, la mobilité est la capacité d'un terminal informatique (aussi de télécommunications) à accéder de n'importe quel endroit à l'ensemble des services normalement disponibles dans un réseau (local, métropolitain, national ou international), que ce soit sur un trottoir, dans une voiture, dans un train, dans l'avion, dans un supermarché, etc. Elle est un premier attribut que doit posséder un système *informatique portable ou porté*⁵ dans la connexion permanente entre l'appareil (ou le terminal mobile) sur lequel se déploie les services et les réseaux prestataires. Tout se fait dans un processus d'intelligence mobile qu'intègrent les *Applications Mobiles* évoluées déployées dans les terminaux.

Jadis, les *Applications Mobiles* intégrées dans les unités mobiles⁶ étaient des programmes autonomes, monolithiques, non-convergeants entre eux ou à travers les réseaux de communications. Elles n'avaient aucun accès au réseau, et la synchronisation⁷ ne pouvait se faire que manuellement. Mais de nos jours, les *Applications Mobiles* installées sur les

³ Qui est Xavier Dalloz ? Consultant, ambassadeur en France du CES (Costumer Electronic Show) basé à Las Vegas. Le site de Xavier Dalloz Consulting est www.dalloz.com, et celui du CES est : <http://www.cesweb.org>. La majorité des services de Xavier Dalloz Consulting sont construits autour de l'ATAWAD [32].

⁴ Une combinaison de l'Internet future et de l'informatique ubiquitaire.

⁵ Un des facteurs essentiels.

⁶ Les téléphones et tout appareil informatique portable en miniature.

⁷ Le mot synchronisation renvoie dans ce cadre au mécanisme simultané de coopération et partage de communication entre deux ou plusieurs unités informatiques (ou de télécommunications pour l'échange des processus, des données et des applications. En effet, « la synchronisation se réfère à deux concepts distincts mais liés : la synchronisation de processus et la synchronisation de données. La synchronisation de processus est un mécanisme qui vise à bloquer l'exécution de certains processus à des points précis de leur flux d'exécution, de manière que tous les processus se rejoignent à des étapes relais données, tel que prévu par le programmeur. La synchronisation de données, elle, est un mécanisme qui vise à conserver la cohérence des données telles que vues par différents processus dans un environnement multitâche. Initialement, la notion desynchronisation est apparue pour la synchronisation de données » [34]. Parmi les types synchronisations mobiles les plus courantes on distingue: les adresses mails, les agendas électroniques, les annuaires téléphoniques, les albums photos, les vidéos de vacances, etc.

smartphones communiquent, synchronisent entre elles à travers les réseaux (Internet, Wifi local, ...). L'utilisateur mobile peut accéder à des données extérieures au terminal via le réseau, même pour celles de la gestion des informations personnelles contenues dans les agendas électroniques, par exemple [8, p. 63].

En 30 ans, la communication mobile est presque une commodité de nos jours, souligne [5]. En 2014, certaines statistiques révélaient déjà qu'il y avait eu cinq milliards de terminaux mobiles en service connectés (smartphones, tablettes, et ordinateurs portables) [9]. Certains chercheurs, comme [9], pensent à juste titre que 2020⁸ sera une année où le monde aura atteint la globalisation du mobile avec un bon nombre de smartphones touchant toutes les personnes, riches et pauvres, jeunes et adultes de la planète. L'ETSI European Telecommunications Standards Institute) dans son document ETSI TR 102 477 V1.1.1 (2006-03), donne une bonne taxinomie de la mobilité généralisée. Il souligne 4 types de mobilité à savoir celle, du terminal, celle de la session, celle de service et celle de l'utilisateur. Se référant aux différentes fonctionnalités de la gestion de la mobilité, deux autres s'ajoutent à ces 4, la mobilité entre les technologies de réseau d'accès (mobilité d'accès) et la mobilité entre infrastructures réseaux (l'itinérance réseaux) [10]. Ce qui donne un total de 6 types de mobilités, toutes étant interdépendantes. En effet, le monde de la communication mobile est devenu ubiquitaire, sécurisé, personnalisé, conscient du contexte, et avec une majorité des usagers du sans-fil ouverte à un nouveau marché de consommation du multimédia. Tout en considérant valablement les différents types de mobilité que nous livre le document de l'ETSI ci-haut cité, vu du côté du mouvement de l'utilisateur, et de son accès au service, nous pouvons dire que la mobilité voulue aujourd'hui est plus celle ambulatoire⁹ en lieu et place de celle qui serait « itinérante » et simplement « résidentielle ». La figure 1 tente de renchérir de ce que nous entendons par mobilité résidentielle, itinérante, et ambulatoire tel que vu du côté du mouvement de l'utilisateur mobile et de son accès aux services ou applications.

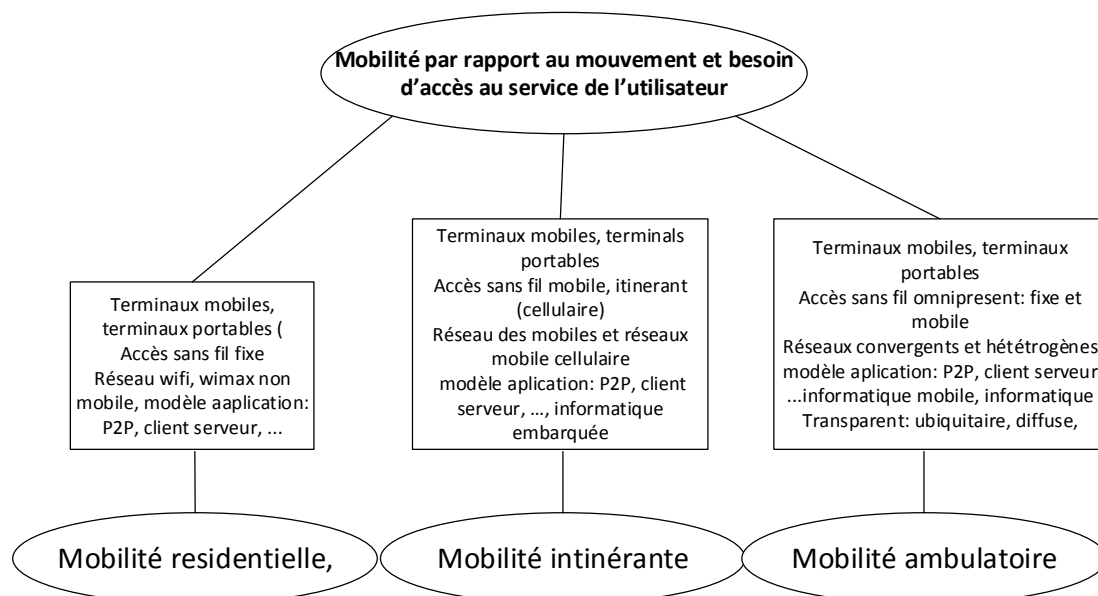


Fig. 1. Types de mobilités par rapport au réseau et à l'utilisateur (typologie de la mobilité vue du côté des opérateurs et des usagers).

⁸ 2020 est une année d'ouverture à une communication mobile très haut-débit, large bande avec l'avènement de la 5G encore en développement.

⁹ Nous empruntons les termes de mobilités « ambulatoire », « itinérante » et « résidentielle » de Pierre Samuel [7]. Il entend par mobilité ambulatoire, la « mobilité d'un usager qui utilise un périphérique portable pour communiquer tout en se déplaçant dans le temps » [7]. Elle permet de communiquer en fonction du contexte dans lequel on se trouve (dans la circulation, dans un lieu public, en voyage, etc.) et des équipements dont on dispose à un instant précis [7]. Et pour notre part, la mobilité ambulatoire englobe tous les 6 types de mobilités précédemment évoquées partant du document ETSI. Dans ce cas, nous comprenons par mobilité résidentielle la mobilité celle liée à un réseau sans fil non-mobile. Celle où l'utilisateur mobile reste conditionné à un seul accès sans fil par rapport à sa position géographique. La mobilité itinérante serait alors le fait que l'accès au service d'un usager itinérant se vérifie uniquement à l'intérieur de son propre réseau mobile auquel il est abonné.

Par rapport à l'exploitant réseau mobile on distingue trois types de mobilités comme définies par Pierre Samuel : la mobilité des unités ou mobilité du terminal, la mobilité personnelle et la portabilité de services [7]. Cependant, nous préférons parler de mobilité du terminal, mobilité de l'utilisateur, et mobilité des services¹⁰. Ces trois types de mobilités vues du côté de l'opérateur réseau mobile et des terminaux mobiles traduisent l'idée de services de communications personnalisés et la disponibilité d'accès réseaux et services, ceci indépendamment du temps, du lieu, du terminal et de la nature des données. Nous pouvons représenter comme suit (voir figure 2) cette typologie de la mobilité.

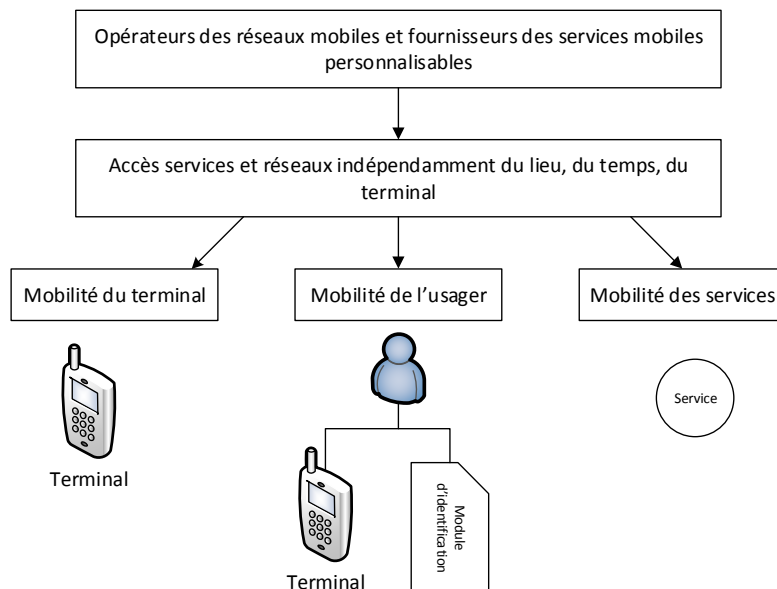


Fig. 2. Mobilité par rapport à l'exploitant réseau.

2.1.2.2 L'INFORMATIQUE MOBILE

Un facteur fondamental. L'« informatique mobile » renvoie à la possibilité d'un usager du terminal mobile ou à un équipement doté d'intelligence, d'accéder à des applications et à des services à travers une infrastructure « réseau sans-fil mobile » indépendamment de la localisation physique ou du mouvement qui l'anime. Elle implique la mobilité de l'information et de toute la société en communication. En effet, notre ère est celle de la société de l'information mobile ». En dépit de quelques contraintes¹¹ que nous imposent nos terminaux mobiles, il faut reconnaître que l'informatique mobile nous a ouvert à « l'informatique transparente », à la fois ubiquitaire et diffuse. Le XXI^{ème} siècle est celui de l'informatique disponible en tout lieu et en tout temps, faisant que les terminaux de l'informatique mobile deviennent des mini-ordinateurs portés, que l'on peut classer selon des caractéristiques¹² en quatre dimensions: la mobilité, la constance ou pas de la disponibilité de service, l'activité et la transparence.

2.1.2.3 L'INFORMATIQUE UBIQUITAIRE (UBIQUITOUS COMPUTING OR UBICOMP) ET L'INTELLIGENCE AMBIANTE¹³ (AMBIENT INTELLIGENCE, AMI)

Il s'agit là de deux facteurs conditionnels de l'existence de l'ATAWADAC. L'idée de l'*informatique ubiquitaire (ubiquitous computing)* renvoie à celle d'une « société en réseaux » dont parle Manuel Castells [10]. Il s'agit d'une « informatique

¹⁰ La mobilité de service est définie comme la possibilité, pour un usager mobile donne, de pouvoir conserver, modifier en personnaliser ses services tout en étant en mouvement [7].

¹¹ Contraintes de taille, de poids, d'autonomie d'énergie, de capacité d'affichage ou de définition de l'image, de dissipation de la chaleur, de fragilité, et de limitations des interactions entre personne humaine et de son appareil mobile que nous posent les terminaux mobiles ou portables.

¹² [6] nous en a donné l'inspiration

¹³ Notons que l'appellation informatique ubiquitaire est liée à l'école anglophone (partie de l'Amérique du Nord), tandis que l'école européenne parle de l'informatique ambiante.

omniprésente» dans la possibilité de communication et de connexion des divers dispositifs informatiques et des télécommunications. À notre entendement, elle est à la fois diffuse (*pervasive computing*) et portée (*wearable computing*)¹⁴ sur les terminaux mobiles [6]. L'accès à l'information et à divers services est facilité par la présence d'un espace quotidien « intelligent », un espace où convergent les nanotechnologies, les réseaux de communications, les interfaces multiples ; en résumé, il s'agit d'un espace caractérisé par ce que l'on appelle « l'intelligence ambiante » ou *Ambiant Intelligence*. Bref, un « espace technologique », comme le définit [11]¹⁵. À l'heure où nous écrivons cet article, nous considérons que le monde de la troisième ère de l'informatique évolue autour de deux concepts importants bien répartis en trois continents dans les développements de leurs recherches : l'informatique ubiquitaire et diffuse en Amérique du Nord (où le concept trouve d'ailleurs son origine) et en Asie, particulièrement au Japon, et l'intelligence ambiante en Europe. Trois acronymes dérivant de ces trois domaines sont bien connus et font l'objet des grandes rencontres mondiales scientifiques de nos jours : UbiComp, PerCom, et Aml.

Comme on le voit, les trois domaines répondent bien à la vision ATAWADAC dont le livre est encore à écrire. Andrew et David, [12], classifiaient l'« informatique ubiquitaire » en tant qu'omniprésence d'ordinateurs dans la vie quotidienne, comme une dernière catégorie (ou cinquième selon la liste) des applications domestiques en informatique, après les suivantes: clients serveurs, *peer to peer*, e-commerce, divertissements [13].

En résumé, d'après nous, l'informatique ubiquitaire peut être entendue comme l'état d'existence ou de non existence d'un environnement virtuel intelligent (espace technologique), continuellement omniprésent, transparent, interactif et converge en réseaux et services auxquels reste connecté un utilisateur mobile. Dans la logique binaire, elle (l'informatique ubiquitaire) vaudrait 1 pour un environnement à accès réseau et service continu et permanent, selon que les conditions signalées dans ce paragraphe sont réunies. En ce sens, l'informatique ubiquitaire fait passer la mobilité de service et de l'information, de la *mobilité résidentielle* à la *mobilité itinérante, omniprésente et ambulatoire*.

Troisième ère de l'informatique¹⁶ avant la montée de l'Internet, l'ère de l'ubiquité informatique qui remonte aux années 1980 et qui a pour père Mark Weiser (1959-1999)¹⁷ marque bien le temps par des technologies profondes invisibles liées à notre quotidien [13]¹⁸ [14]. La portabilité, la mobilité et le profil du service de l'utilisateur sont plus que jamais compatibles avec le paradigme ATAWADAC inscrit dans l'intelligence ambiante¹⁹. Nous sommes là dans une visée de communication omniprésente entre machines ou appareils (*Machines to Machines*, M2M ; *Devices to Devices*, D2D) à l'emploi de services et applications informatiques et de communications centrés sur l'homme dans l'ATAWADAC. En 2005, Yves Punie donnait déjà la spécificité de l'Aml [15], en montrant que l'intelligence ambiante est la convergence de l'interopérabilité sans couture entre trois technologies: l'informatique ubiquitaire²⁰, la communication ubiquitaire et les interfaces usagers intelligents. C'est la vision que nous donnons au potentiel synergétique entre l'ATAWADAC et les applications mobiles.

¹⁴ Terme emprunté par [6] de [33].

¹⁵ « Un espace technologique adapté est capable de «comprendre» les caractéristiques des usagers, de l'environnement, de s'adapter contextuellement aux besoins, de répondre intelligemment aux demandes ou de réagir de façon appropriée ».

¹⁶ "Ubiquitous computing names the third wave in computing, just now beginning". [14] [25]

¹⁷ Mark Weiser fut donc le directeur du Laboratoire informatique de Xerox. En plus de Xerox Palo Alto, d'autres pionniers des recherches sur l'informatique ubiquitaire, entre autre : Research Center (PARC), IBM Research, Tokyo University, University of California (UC) Berkeley, Olivetti Research, HP Labs, Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), and Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Laboratory [31]vu le jours. L'ouvrage de John Krumm [31], *Ubiquitous Computing Fundamentals*, est un véritable un document de base pour comprendre l'origine des éléments fondamentaux et le développement de l'Ubiquitous Computing.

¹⁸ En 2009, on fêta le 10^{ème} anniversaire de son décès. Le site <http://www.ubiq.com/weiser/> offre beaucoup d'informations sur les recherches de Weiser. Sur <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/WeiserPapers.html>, on trouve presque toutes ses publications. En 1993, Weiser envisagea déjà ce que serait l'ordinateur du XXI^{ème} siècle. « Mark Weiser introduced the term "Ubiquitous Computing" in 1988 and he is the father of ubiquitous computing. He used it to describe the future in which invisible computers placed in every object and every place replace the personal computers. The most profound technologies are those that disappear. Machines like laptops, dynabooks can't make computing integral and invisible part of our life. We have to think in a new way that takes into account the human world" [13].

¹⁹ C'est Emile Aarts de chez Philips qui forgea le terme « Intelligence Ambiante » en Europe. C'est vers 1999 qu'ISTAG [26] va connaître ses premières avancées de recherche sur l'Intelligence Ambiante. Aujourd'hui les recherches sont toujours en croissance chez CORDIS Community Research and Development Information) on y trouve tous les documents rapports de l'ISTAG sur le lien http://cordis.europa.eu/fp7/ict/istag/reports_en.html.

²⁰ Une des visions de l'Union Européen pour 2020 tel que mentionné dans le Programme de Travail 2013 (ISTAG, Towards Horizon 2020) [28].

En effet, l'informatique ubiquitaire nous fait vivre la réalité d'un « cerveau planétaire » évoquée par Joël de Rosnay [16], et celle de « l'intelligence des réseaux » [17] de Derrick de Kerkhove. La réalisation du projet d'une société des réseaux ou d'une société ubiquitaire permet aux usagers des applications mobiles de bénéficier de l'accès aux services ATAWADAC où les objets et les usagers ont des identifiants ubiquitaires, les uCodes avec leur technologie d'identification (UID, Ubiquitous ID), les identificateurs étant matérialisés par des codes-barres, des puces RFID, etc. Et le réseau est une gigantesque base des données distribuées à laquelle²¹ se connectent les terminaux UID²² devant accéder à des ressources désignées par les uCodes²³.

Nous ignorons encore ce qu'est et ce qu'il en sera du plan e-DRC (electronic- DR Congo) et u-DRC (ubiquitous-RD Congo). Il faut commencer à y réfléchir en lançant au sein des entreprises comme au sein des institutions supérieures et universitaires. En effet, l'état de l'environnement ubiquitaire en RD Congo nous semble non actif tant au niveau de la société tout entière qu'au niveau des institutions qui sont non encore suffisamment informatisées. Déjà, le pays ne dispose pas d'un réseau mobile d'identification civile de ses citoyens selon différents profils qui les caractérisent. Il pourrait s'inspirer des pays déjà avancés dans ce domaine, comme le Japon qui est passé, en 2005, d'e-Japan à u-Japan.

2.1.2.4 LE NOMADISME NUMÉRIQUE

C'est une variante de l'informatique mobile que nous considérons au niveau de la couche d'application du modèle OSI. Les applications mobiles sont maintenant en mesure de se substituer aux déplacements humains de toutes sortes, et permettre à l'homme de porter avec lui son monde de travail, ses contacts et les métadonnées de son profil d'accès aux services et applications. L'homme peut-être en mouvement à plusieurs endroits tout en étant connecté au monde de contacts et de travail en même temps. Par exemple, il peut être désormais possible qu'un homme sous suivi médical reste en contact avec son médecin quand il est en voyage. Celui-ci peut recevoir les diagnostics de tension que prélève l'application du tensiomètre installé sur le téléphone du patient et donner directement des conseils de traitement vers l'hôpital qui serait le plus proche du patient en voyage. On peut imaginer bon nombre de scénarios. L'Internet mobile offre beaucoup de possibilités.

Le nomadisme numérique implique, à notre avis, la convergence et l'interopérabilité normative et technologique de la mobilité, de l'ubiquité et de l'intelligence ambiante.

2.2 DONNEES DE L'USAGE ET DE LA COUVERTURE DU SERVICE D'INTERNET MOBILE EN RD CONGO

2.2.1 DONNEES DE L'USAGE DU RESEAU ET DE L'INTERNET MOBILE

En 1999, entré le réseau mobile GSM (Global System for Mobile) en RD Congo. Au bout de 16 ans, tous les réseaux mobiles ont intégré non seulement la 2G, mais aussi la 3G et bientôt même la 4G dans leurs architectures réseaux et services. Les services mobiles disponibles se développent. D'une part, on passe de la simple téléphonie à l'Internet mobile, à l'argent mobile, etc. D'autre part, les nouveaux terminaux mobiles d'accès à l'information, entendu : les Ipad, les tablettes android, les smartphones (téléphones intelligents : Iphone, Galaxy Samsung, ...), les portables pc Touch-screen (écran tactile), les visionneuses (Kindle, par exemple), les agendas électroniques (PDA), etc. ont changé nos habitudes d'acquisition de connaissances et d'apprentissage suite aux applications mobiles qu'ils offrent. Le contenu que l'on y déploie ou que l'on y lance nécessite de l'autonomie de l'énergie suffisante. Des infrastructures réseaux sans fil à courte portée locale, à celle à longue portée cellulaire 3G (UMTS) ou 4G (LTE), Wimax d'Internet et Satellitaire, les usagers des terminaux informatiques mobiles ont plusieurs possibilités d'accès à l'information de diverses natures. Des cours d'apprentissage à caractère scientifique aux jeux de divertissement, des sites à flux continu d'informations et à ceux d'autres applications, jusqu'aux réseaux sociaux, toutes les générations sont en connexions de partage d'idées, de projets, d'ambitions et de connaissances. Tout le monde a un besoin quotidien à satisfaire. La vitesse de connexion et de partage est devenue presque un critère de gain de temps et de la gourmandise de diverses informations utiles ou non, peu importe. Le temps de jugement de valeur est parfois oublié. Des livres et des journaux autrefois imprimés sont devenus numériques sur nos petits écrans de haute définition (Ecrans HD). En

²¹ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquit%C3%A9>.

²² C'est-à-dire des terminaux dotés d'identifiant ubiquitaire (UID: Ubiquitous IDentifier).

²³ Les uCodes sont les codes d'identifications ubiquitaires saisis de manière conversationnelle, semi-automatique, automatiquement. Ils appartiennent à la technologie UID (pour Ubiquitous ID) ou cet ensemble de technologies et protocoles liés à la mise en réseau d'une gigantesque base de données distribuée à laquelle se connecte les terminaux UID. Cette technologie fut développée (même dans sa deuxième version) par le professeur Ken Sakamura de l'Université de Tokyo [15].

RD Congo, comme partout ailleurs, au point de vue des applications mobiles, nous sommes dans un monde où les réalités sont vraiment augmentées par le virtuel grâce aux merveilles des *Applications Mobiles*.

En 16 ans, les 5 opérateurs mobiles historiques²⁴ de la RD Congo, sur le total des 7²⁵, ont développé leur offre de services fournis aux usagers mobiles. On en compte environ une dizaine parmi les plus connus de nos jours: la téléphonie, la messagerie SMS, le paiement électronique, l'argent mobile (Mobile Money, M-Money)²⁶, l'Internet mobile, le service prépayé, la bancarisation mobile (Mobile Banking), le Voting, la visiophonie, l'itinérance internationale. Ces services sont portés et facilités par plusieurs applications adaptées aux terminaux. Tout porte à croire qu'il y a un besoin croissant à couvrir dans ce domaine des réseaux mobiles en RD Congo. Les statistiques des indicateurs de télécommunications du pays observées de 2011 à 2015 montrent bien l'abandon progressif des abonnements à l'Internet fixe Wimax, au profit de l'Internet mobile cellulaire²⁷. Par selon les indicateurs de l'ARPTC de 2014 nous parvenus, de 2010 à 2014, l'Internet mobile/100 habitants sont passés de 0,29% à 7,28% ou de 200 000 à 5 505 297 abonnements alors que les abonnements d'Internet fixe (Wimax et satellite) ont baissé de 30 000 à 10 000 abonnements.

2.2.2 DONNEES DE LA COUVERTURE RESEAU ET DE L'INTERNET MOBILES EN RDC

Dans cette section, nous voudrions présenter les résultats des observations statistiques provenant de trois sources ou observatoires ciblés: les données du *World Development Indicators* (WDI) fournies par la Banque mondiale, les données de l'Association mondiale du GSM (GSM Association²⁸), et enfin les données de l'Autorité de Régulation des Postes et Télécommunications du Congo (l'ARPTC). Toutes ces données porteront principalement sur les paramètres suivant du marché du réseau mobile en RD Congo : le taux de pénétration, le taux de connexions mobile, la population (le nombre d'habitants), le taux de possession du mobile²⁹, le taux d'usage individuel de l'Internet et la couverture réseau mobile.

Le site www.gsmintelligence.com indique de nos jours pour la RD Congo les données suivantes³⁰ : 78 millions d'habitants, un taux de pénétration de la SIM s'élevant à environ 60% (presque le double de celui de 2012), 48,6 millions de connexions mobiles uniques dont 97% de services prépayés, 11% de connexions en 3G (ou d'Internet mobiles sur cellulaires) avec un taux de croissance annuelle de 33,88 % pour l'ensemble des 7 opérateurs (Airtel, Vodacom, Africell, Supercell, Tigo, Orange, Tatem Telecom) [18] (voir figure 3). Ce taux de croissance annuelle d'abonnements concerne jusqu'alors 20% de couverture mobile nationale³¹. À noter qu'en 2014, le WDI n'indiquait que 42 cartes SIM sur 100 personnes [19]. Nous supposons que cela n'a pas fondamentalement changé. De nos jours, les indicateurs télécoms de la RD Congo affichent un taux de pénétration de 48 cartes SIM pour 100 usagers mobiles³². Il nous est difficile cependant pour ce temps de connaître exactement le nombre de mobiles par usagers à partir de ces statistiques³³.

²⁴Africell (Lintel), Airtel (Bharti Airtel), Orange, Tigo (Millicom), et Vodacom. Ceux-ci sont présents dans toutes les parties du pays.

²⁵ Africell (Lintel), Airtel (Bharti Airtel), Orange, Supercell, Tatem Telecom, gsmintelligence.com/operators/775/data Source: GSMA Intelligence 2015;

²⁶ Avec les services comme M-PESA, Airtel-Money...

²⁷ Observatoire de l'ARPTC 2011-2014.

²⁸ Global System for Mobile Association.

²⁹ Différent du taux de pénétration, ce taux évalue le pourcentage de la population en possession d'un téléphone mobile. Tandis que le taux de pénétration concerne le nombre d'abonnements, l'équivalent du nombre des cartes SIM. Ainsi une personne possédant un téléphone mobile peut avoir deux abonnements. Cela est possible avec les téléphones à double SIM par exemple.

³⁰ Nous avons consulté ces résultats sur notre compte GSMA en date du 25/04/2015.

³¹ Il exprime la croissance du nombre d'abonnements et non le nombre d'usagers mobiles. D'où un nombre d'usagers mobiles peut rester même, mais on voit augmenté le nombre d'abonnements. C'est l'exemple d'un individu qui passe d'un téléphone d'une carte à SIM à celui de double SIM.

³² Nous pensons qu'il faille que les données de l'ARPTC soient mises à jour pour comparer à celle de la GSMA en cette année 2016.

³³ En effet, il nous est difficile de calculer le nombre de téléphones mobiles (smartphones ou pas) en partant du taux de pénétration tant qu'une personne peut posséder un téléphone à deux ou plusieurs lecteurs à carte SIM. Il pourrait alors avoir au moins deux abonnements tout en usant d'un seul téléphone.

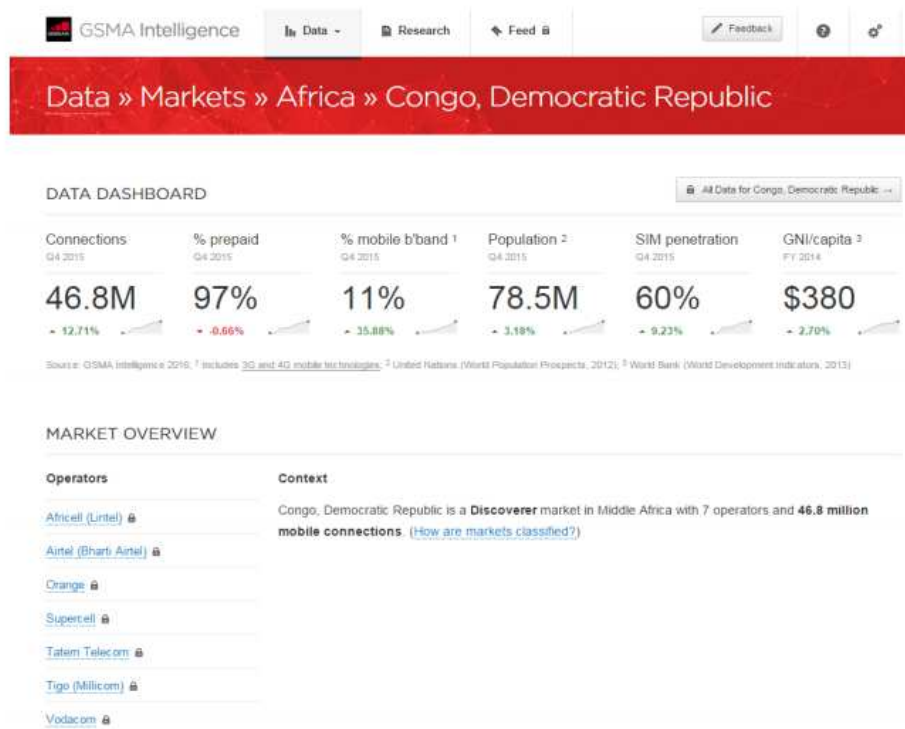


Fig.3 Données du marché du réseau cellulaire en RD Congo consultée en ligne le 25/02/2016 sur le site de la GSMA (source : <https://gsmaintelligence.com/markets/522/dashboard>)

Nous entendons par nombre de connexions mobiles uniques la connexion réseau par carte SIM. Une personne possédant deux ou trois cartes SIM a donc à lui seul trois ou quatre connexions mobiles et représente 3 ou 4 abonnements mobiles. Le taux de connexions à la 3G qu'affiche la GSMA pour la RD Congo montre bien que le service de l'Internet mobile semble hors de portée pour la majorité des utilisateurs de la téléphonie mobile.

Et ce n'est pas tout. D'après les informations puisées auprès de l'autorité de régulation du pays, l'ARPTC³⁴, voici ce que nous livre le tableau 2 de la couverture réseau mobile jusqu'en 2013 en RD Congo (voir Tableau 2).

Tableau 2. Couverture mobile en RDC

Superficie totale	Nombre des villes et localités couvertes	Couverture de la population (%)	Couverture du territoire(%)
2 345 000 Km ²	±404	±50%	±20%

Néanmoins, en 2014, le nombre de localités et villes couvertes est passé de 404 à 644³⁵. La couverture mobile de la population nous semble être restée à 50% environ depuis 2006 pour la RD Congo, selon le WDI 2008 (en son point 5.10 Power and Communications) [20].

Afin d'approfondir l'idée du taux de l'usage de l'Internet Mobile en RD Congo, nous jugeons opportun d'élaborer un tableau comparatif avec quelques autres pays ayant la même marge en densité de la population ou en superficie ou avec ceux ayant le double ou le triple de ces données par rapport à la RD Congo. Ces données sont tirées du WDI 2013 et concernent, outre la RD Congo, l'Allemagne, la Turquie, le Brésil, le Nigéria, l'Afrique du Sud et la France en 2011 [21]. Le tableau 3 confirme ce que nous venons de dire

³⁴ Observatoire de l'ARPTC/opérateurs/2015.

³⁵ Observatoire de l'ARPTC/Couverture téléphonie mobile et Internet mobile) 2014.

Tableau 3. Exemple comparatif du taux d'usage du mobile et de l'Internet par rapport à la RD Congo et quelques pays

Pays	Population M	Usage mobile (%)	Usage individuel de l'internet (%)	Superficie *1000Km ²
Brésil	196,7	127	45	8514 ,8
Nigeria	162,5	59	28	923,8
Allemagne	81,8	132	83	357,1
Turquie	73,6	89	42	783,6
France	65,4	95	80	549,2
RSA	50,6	127	21	1219,1
RD Congo	67,8	23	1	2344,9

Notons que pour les 20% de couverture mobile de l'ensemble du pays, l'Internet mobile (GPRS ou 3G à nos jours) est rendu disponible par les opérateurs GSM. L'Internet fixe Wimax déployé sur une étendue de 10 villes par la société Microcom (les autres sociétés ayant limité leur couverture dans 2 ou 3 villes) semble en majorité être limité en usage aux institutions (les industriels en majorité) qui en ont la capacité financière. La majorité des usagers domestiques est mise à l'écart faute de moyens financiers.

La figure 4 montre la carte de la couverture en téléphonie, Internet et Poste depuis 2012, en RD Congo.

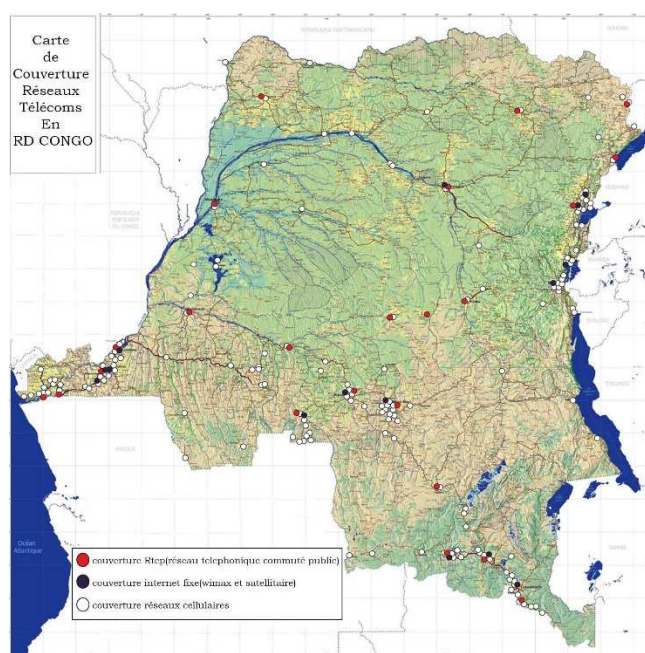


Fig. 4. Carte de la couverture des réseaux télécommunications en RD Congo. Une adaptation de la photographie de la carte fixée au mur dans le bureau économique de l'ARPTC en 2015. Pour la légende: (a) Points roses: couverture pour réseaux cellulaires; (b) Points verts: RTCP (Réseau Téléphonique Commuté public organisé par la Poste); (c) Points noirs: couverture Internet fixe

Pour la légende :

- Points blancs : couverture pour la téléphonie mobile
- Points rouges : RTCP (Réseau Téléphonique Commuté public organisé par la Poste)
- Points noirs : couverture Internet

3 RESULTATS DE CALCUL ET STRUCTURATION DU POTENTIEL SYNERGETIQUE DE LA LIAISON ATAWADAC-KPM-APPLICATIONS MOBILES AU M-LEARNING

En dépit du fait que le nombre d'abonnements à l'Internet mobile en RD Congo soit de loin proportionnel au nombre d'abonnés (Nombre d'abonnements \ll au nombre d'abonnés)³⁶, les observations statistiques relevées dans la section précédente nous montrent bien combien il est difficile de parler de l'e-RDC (electronic-RD Congo) et encore moins de l'u-RDC (ubiquitous-RD Congo) à ce jour. Néanmoins, elles nous donnent la vision du grand potentiel à développer. Voyons cependant ce qu'il en est de l'informatique mobile, de la valeur du réseau, de la chaîne PKM et à partir de quels modèles on pourrait exploiter ce potentiel.

3.1 L'ÉQUATION DE L'INFORMATIQUE MOBILE

Nous pensons que du mariage de l'informatique et des télécommunications autour de l'ATAWADAC s'introduisent les services de « présence » et de « cognition » de l'« environnement omniprésent connecté » auquel s'attend l'utilisateur mobile. Le service « présence » supposerait, à notre avis, une double présence: la « présence du réseau » et la « présence du service ». Il s'agit d'une double disponibilité, celle du réseau et celle du service. À notre analyse, la deuxième dépend de la première et cela de manière inéluctable. Toutefois, la première peut aussi exister sans la seconde. Les deux présences ou disponibilités sont accompagnées par leurs informations de signalisation et de notifications, lesquelles apparaissent sous diverses formes d'alertes et de notifications sur les terminaux des usagers mobiles. C'est de manière continue, « sans coupure » que cette double présence est souhaitée du côté de l'exploitant et de l'utilisateur réseau mobile. On parle d'une « liaison sans coupure », ou « seamless link ». Non seulement une liaison d'accès, mais aussi de service.

La réponse au service de présence, réseau et service, exige que le terminal mobile ait en lui des caractéristiques lui permettant d'entrer en interaction avec l'utilisateur et le réseau. Pour ce faire, il y a interaction soit passive, soit active, soit proactive selon qu'il s'agit de l'accès de l'utilisateur à l'interface machine du terminal, ou de cette dernière à l'interface d'accès réseau-service de l'opérateur. De quelle nature est-ce ce service de présence « réseau-service » ? Il nous semble bien clair qu'il est un service support, duquel d'ailleurs dépend la qualité de service (QoS: Quality of Service)³⁷. Impossible dès lors d'imaginer une présence de service sans portabilité dans la communication mobile sans fil. Le service de « présence réseau-service » enveloppe les conditions d'itinérance, la portabilité du réseau et du service. Une interaction naît alors entre l'informatique portée dans le Smartphone³⁸ doté d'une autonomie d'énergie électrique et l'informatique ubiquitaire pour avoir une informatique mobile. Mais la disponibilité et l'autonomie de l'énergie électrique est une condition sine qua non qui soutient tous ces facteurs précédents. Il n'y a pas de l'informatique ni des télécommunications possibles sans l'énergie électrique. D'où l'équation booléenne de l'informatique mobile peut être écrite sous la forme:

$$I_m = W_e P_{mi} \cdot I_p \cdot I_u \quad (1)^{39}$$

Avec :

I_m : Informatique mobile

W_e : Energie électrique

I_p : Informatique portée

P_{mi} : Portable mobile informatique (ou smartphone)

I_u : Informatique ubiquitaire

Qu'arrive-t-il en l'absence d'une des composantes? L'équation (1) est nulle et ne se vérifie pas. Mathématique simple: une variable nulle annule *ipso facto* l'équation.

La table de vérité (voir Tableau 4) ci-dessous l'exprime clairement :

³⁶ En calculant le taux de pénétration, on compte en fait le nombre d'abonnements (le nombre des cartes SIM actives) et non celui d'abonnés. Il en découle qu'un abonné mobiles puisse avoir autant d'abonnements qu'il y a autant d'opérateurs.

³⁷ La mesure de la capacité qu'a un réseau de fournir le trafic du service à son abonné. Plus le débit est meilleur, meilleure est la qualité de service.

³⁸ Nous préférons désigner utiliser l'expression Portable mobile d'informatique dans la l'équation (1) en lieu et place de « Smartphone ».

³⁹ Nous entendons par informatique portée, la structure fonctionnelle électronique et logicielle installée dans le Smartphone en tant que entité physique mobile. Elle est ne peut donc pas être confondue à l'Informatique Mobile et ou même pas avec l'Informatique Ubiquitaire.

Tableau 4. Table de vérité de l'équation précédente

W_e	P_m	I_p	I_u	$I_m = W_e P_{mi} \cdot I_p \cdot I_u$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Dans la figure 5 ci-dessous nous considérons que les quatre facteurs paramètres sont actifs ou ont la même valeur 1 dans l'ordre de la logique binaire. Leur intersection ou leur connexion donne lieu à la coexistence de l'informatique mobile. Ce diagramme explique et résume, à notre avis, les conditions d'existence de l'informatique mobile dans un espace technologique.

Nous comprenons que pour avoir de l'informatique mobile dans un environnement quelconque de réseaux et télécommunications, il ne suffit pas de disposer des terminaux et réseaux mobiles, mais encore faut-il que l'accès aux services et réseaux soit une réalité omniprésente et permanente. Encore faut-il que l'informatique ubiquitaire soit palpable. Encore faut-il que l'énergie électrique soit disponible.

Notre équation (1) montre bien que l'informatique mobile est alors une informatique ambiante. Les terminaux mobiles prennent connaissance de l'environnement selon qu'ils sont continuellement allumés (ils sont *always On*) et restent en liaison avec les réseaux. Nous pouvons dans ce cas parler d'une *informatique mobile orientée connectée*. Nous devons alors voir si en RD Congo il y a de l'informatique mobile. Voyons d'abord ce qu'il en est de la valeur du réseau mobile lui-même en usage d'Internet.

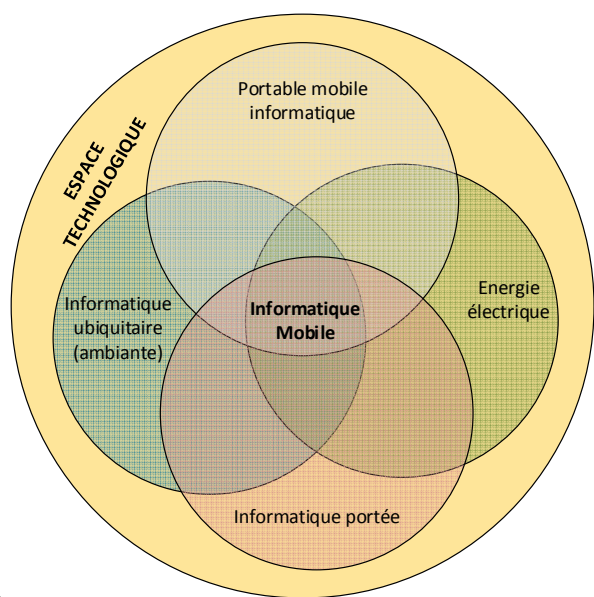


Fig. 5. Diagramme conditionnel de l'informatique mobile

3.2 LA VALEUR DU RESEAU MOBILE D'INTERNET EN RD CONGO

Les réseaux téléinformatiques mobiles sont en émergence selon que peuvent le démontrer les lois de Metcalfe [24] [23] de Kao [23], et de Moore [23]. Trois lois des réseaux⁴⁰ qui sont devenues des nouvelles lois d'économie et de gestion des connaissances. Toutes sont des lois empiriques.

Selon Robert Metcalfe \log l'utilité ou la valeur d'un réseau est proportionnelle au carré de ceux qui l'utilisent, c'est-à-dire au nombre de ses usagers⁴¹. A la lumière de Pierre Ballanger [24] et de notre propre analyse, cette même loi peut aussi être énoncée autrement comme suit: la valeur d'un réseau varie quadratiquement avec le nombre de ses utilisateurs; ou encore, la valeur d'un réseau informatique ou le nombre de connexions potentielles accroît quadratiquement avec le nombre d'utilisateurs N . Ainsi en suivant Metcalfe, un nombre d'utilisateurs potentiels N donne un facteur d'accroissement $N(N - 1)$ pour une valeur du réseau ou un nombre potentiel de connexions $N(N - 1)$ ou $N^2 - N$ désigne pour nous non seulement le nombre d'utilisateurs ou de terminaux mais aussi la taille du réseau.

D'où, si nous posons par V_r la valeur du réseau, de ce qui précède nous obtenons pour équation:

$$V_r = n^2 - n \quad (2)$$

Avec :

V_r : Valeur du réseau d'Internet mobile = valeur du réseau

n : nombre de population sous couverture du réseau mobile.

Cette équation étant une formule empirique, son équation aux dimensions donne logiquement un nombre sans dimensions. Néanmoins, afin d'exprimer la réalité que traduit cette valeur, considérons dans la suite, par hypothèse, que l'unité est celle de N .

Appliquons l'équation 2 au service de l'Internet mobile, nous pouvons dire que la valeur ou l'utilité d'un réseau informatique mobile (ou d'un réseau cellulaire) qui a N usagers utilisateurs vaudrait alors: $N(N - 1)$ ou $N^2 - N$. On comprend intuitivement, comme le souligne Pierre Ballanger [24], qu'un téléphone qui ne peut appeler qu'une personne vaut moins que celui qui peut appeler l'ensemble d'abonnés. Ainsi dans la logique des services multi-fournisseurs, on peut dire que la valeur d'un service est proportionnel au carré du nombre des fournisseurs auxquels il est connecté. Ou encore dans la logique restreinte de la recherche des données sur Internet, cette loi peut aussi être énoncée comme suit: « la valeur d'une donnée est proportionnelle au nombre de données auxquelles elle associée ».

Quoi qu'exprimant la valeur potentielle d'un réseau, cette loi a cependant des limites du fait qu'elle donne la valeur d'accroissement du réseau qui reste presque théorique, et surestime de loin la capacité du réseau. Andrew Odlyzko et Benjamin Tilly [23] montrent bien ses limites et nous partageons le fondement de leur article. A la place d'évaluer la valeur du réseau sur une échelle de Metcalfe, ces auteurs, comme d'autres, nous proposent de le faire sur une échelle logarithmique qui semble réaliste en donnant une allure de taux de croissance plus lente au niveau de la courbe par rapport à l'allure parabolique de Metcalfe. Car en effet, la croissance de la valeur d'un réseau doit être proportionnelle à la taille du réseau. Nous sommes presque devant deux contextes à évaluer :

- La valeur du réseau à l'instant t ;
- et le scénario de sa croissance.

Nous pensons que la meilleure manière de considérer sa valeur à l'instant t est d'appliquer la « loi de Metcalfe », tandis que la loi logarithmique permet d'évaluer le scénario de croissance. L'échelle parabolique de la loi de Metcalfe donne l'utilité du réseau à l'instant t . Mais utiliser cette échelle pour estimer une capacité du réseau, serait faire une surestimation. A notre avis, tenant compte de la dynamique des systèmes de télécommunications, la croissance normale d'un réseau est souvent progressive et rarement brusque. La « loi logarithmique » semble se prêter mieux à l'évaluation d'un tel scénario tant qu'elle nous donne une allure de croissance progressive et lente. Comme nous le voyons sur la figure 6.

⁴⁰ Le terme « réseaux » exprime ici l'ensemble des liaisons de communications et d'interactions humaines.

⁴¹ Bob ou Robert Metcalfe, inventeur d'Ethernet, estimait que la valeur d'un réseau est proportionnelle au carré du nombre de ses utilisateurs, parce que c'est approximativement le nombre de connexions possibles » [13]

Ainsi pour une même valeur N d'utilisateurs réseaux mobiles, ou de terminaux mobiles connectés, la valeur du réseau devient:

$$V_r = N \log N \tag{3}$$

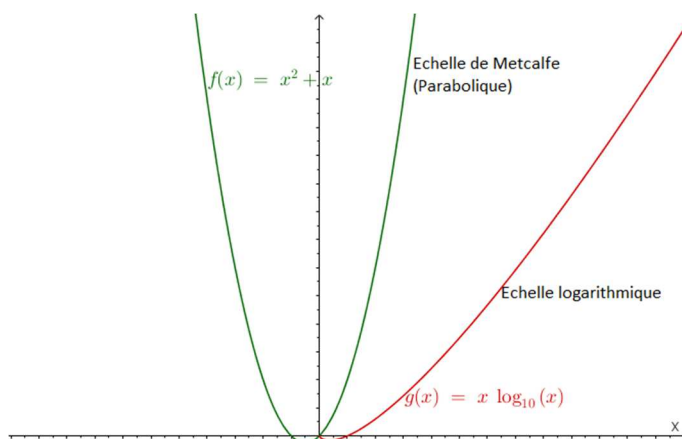


Fig.6 Courbes d'allures comparatives de la loi de Metcalfe $f(x) = x^2 + x$ à la loi logarithmique $g(x) = x \log x$.

Ici la variable x remplace N des équations (2) et (3)

De manière graphique la figure 6 donne les allures des deux courbes d'évaluation de la valeur du réseau partant de l'équation parabolique (équation (2) et celle logarithmique équation (3)).

L'allure de la courbe logarithmique nous paraît plus lente et progressive que celle parabolique de Metcalfe⁴². Dans la suite, la comparaison numérique des valeurs qui en résulte nous donnera la claire vision pour nous aider d'en avoir davantage la nette vision. Nous avons évoqué plus haut trois lois des réseaux: la loi de Metcalfe, la loi de Kao, et la loi de Moore. De ces trois, nous considérons celle de Metcalfe pour essayer d'estimer la valeur du réseau de l'Internet Mobile en RD Congo en comparaison de la loi logarithmique.

En effet, la loi de Kao est en quelque sorte une émanation ou un corolaire de celle de Metcalfe, à l'unique différence que ce qui s'applique aux réseaux informatique et télécoms, s'applique aux individus chez Kao ; la mesure étant non plus la valeur d'un réseau informatique, mais la créativité d'un réseau humain. Or de nos jours, en tenant compte des innovations apportées par les nouvelles technologies de l'information et de la communication et de l'apport du management des systèmes d'information, le réseau informatique implique indubitablement un réseau humain. Ainsi, pour Kao, appliqué à l'interactivité téléinformatique mobile, on dirait par assimilation que « la créativité d'un réseau augmente exponentiellement avec la diversité et la divergence de ceux qui le composent » [23]. La loi de Moore justifie davantage les deux autres précédentes voire les explicite. Pour Moore, « la technologie des processeurs des terminaux double de vitesse de calcul tous les 12 à 18 mois » [23]. Et cela est bien réel. Il reste à voir la vérifiabilité de l'extension de toutes ces lois en RD Congo avec l'Internet mobile, l'ATAWADAC et la gestion des connaissances fondée sur le M-Learning.

Calculons alors la valeur moyenne du réseau d'Internet mobile avec 11% de connexions mobiles au 3G/4G par 100 habitants en RD Congo tel que nous l'indiquent de nos jours la GSMA (voir figure 3). Appelons par $\Delta = 11\%$ ce taux de connexions au 3G.

Nous aurions pu prendre directement le résultat du taux d'usage individuel d'Internet de 2011 (1% de la population) que nous donne la Banque mondiale, mais nous préférons être proche de la réalité actuelle en fonction du progrès déjà connu dans ce domaine spécifique de l'Internet Mobile. Pour cela, nous recourons à l'équation de Metcalfe d'abord (équation (2)), puis à celle logarithmique (équation (3))

⁴² L'allure de la courbe logarithmique appliquée de la croissance effective d'un réseau cellulaire nous paraît plus normale si l'on doit tenir compte des facteurs économiques parfois fluctuants. Un des facteurs est par exemple la concurrence dans la dynamique du marché des réseaux cellulaires [39] [39].

Nous voudrions d'abord faire appel à la loi de Metcalfe déjà présentée précédemment (équation 2, mais en usant d'un préalable d'estimation moyenne de la population en usage de l'Internet mobile, et partant d'une déduction de la réalité quotidienne observée et du taux de connexion indiqué par la GSMA.

En partant de l'hypothèse pratique de recherche d'un meilleur tarif de communication, ou d'une meilleure QoS (Quality of Service), supposons qu'un Congolais (de la RD Congo sur 2 ayant accès à l'Internet mobile, possède habituellement au moins 2 terminaux intelligents 3G (modem, tablette, PDA, ou smartphone). Donc 2 abonnements à l'Internet mobile appartenant à un individu, l'un sur le téléphone mobile, l'autre sur la tablette ou le modem USB. Nous obtenons comme taux de population en usage du service la moitié du taux de connexions 3G/4G, donc 5,5%. Appelons $\delta = 5,5\%$.

Nous déduisons donc:

$$\delta = \frac{\Delta}{2} \quad (4)$$

Considérons que la population couverte par la connexion Internet mobile est estimée à 50% telle que nous indique la tableau 2 (de la couverture mobile en RD Congo). En appliquant la formule de Metcalfe sur 39,25M d'habitants (50% de la population de la RD Congo sous la couverture mobile), nous obtenons ce qui suit:

- Soit l'équation $V_{im} = N(N - 1)$ l'évaluation de la valeur de l'Internet Mobile en application de la loi de Metcalfe,
- n_t la population totale de la RD Congo Ici $n_t = 78,9M$ ou *78,9 millions d'habitant*
- $n_p = \frac{n_t}{2}$, $n_p = 39,45M$ le nombre estimé d'habitants de la RD Congo étant sous la couverture de la disponibilité du réseau d'Internet mobile cellulaire, la moitié (ou 50% de la population totale du pays);
- Considérant l'équation (4), avec $\delta = 5,5\%$ taux de la population réelle supposée avoir la connexion 3G,

Calculons le nombre N , la valeur estimée de la population en abonnement 3G, en tenant compte de δ

$$\begin{aligned} N &= \frac{\delta n_p}{100} \\ &= \frac{5.5.39,25}{100} \\ &= 2,16M \end{aligned} \quad (5)$$

D'où $N = 2,16$ Millions d'habitants

La valeur du réseau est alors $V_{im} = N(N - 1)$

$$\begin{aligned} V_{im1} &= 2,16(2,16 - 1) \\ &= 2,5M^2 \end{aligned}$$

Supposant que V_{im} prend la dimension de N , nous pouvons comprendre que l'utilité du réseau 3G en RD Congo vaut $2,5M^2$.

Voyons à présent ce que nous donnerait la loi logarithmique.

- Appelons par V_{im2} la valeur du réseau d'Internet mobile sur l'échelle logarithmique;
- Soit N , la taille du réseau d'Internet en mobile RD Congo telle que calculée à l'équation (5) $N = 2,16M$;
- En considérant que ce réseau d'Internet mobile connaît un accroissement d'échelle ($\log N$);
- Nous pouvons alors calculer la valeur du réseau à l'échelle logarithmique comme suit:

$$\begin{aligned} V_{im2} &= N \log N \\ V_{im2} &= 2,16 \log 2,16 \\ V_{im2} &= 0,72M^2 \end{aligned}$$

Supposant V_{im2} soit de la dimension de N , nous pouvons dire que sur l'échelle logarithmique, l'utilité du réseau d'Internet mobile en RD Congo vaut $V_{im2} = 0,72M^2$ d'usagers mobiles 3G, soit 0,9% de n_t , en tant que taux de croissance du réseau.

D'où, pour la même taille du réseau d'Internet mobile en RD Congo, la valeur du réseau selon la loi de Metcalfe est presque 3,47 fois de celle que donne la loi logarithmique. Le tableau 5 ci-dessous donne la synthèse des calculs effectués. Nous interpréterons ces résultats dans la section suivante de cet article.

Tableau 5. Estimation de la valeur du réseau d'Internet Mobile en RD Congo en appliquant la loi de Metcalfe et celle logarithmique

n_t	Δ	δ	V_{im1}	V_{im2}
78,6M	11%	5,5%	2,5M ²	0,72M ²

Le taux 0,8% trouvé avoisine celui de 1% présenté dans les statistiques de 2011 et présenté dans les WDI 2013.

3.3 LA CHAÎNE PKM

Une connaissance « explicite » (codifiée) ou « implicite » (tacite), dans ses multiples dimensions, est un capital à créer, à saisir, à favoriser, à partager et à conserver. On l'obtient dès que les ressources mises en jeu permettent de suivre le cycle : les données sont transformées en information, et l'information elle-même en connaissance pour un but individuel ou collectif en entreprise (ou pour une autre institution, à notre avis). En lisant Kenneth et ses coéditeurs dans « Management des systèmes d'information » [3]⁴³, on comprend bien notre propos. Au bout de quelques années de recherche, du moins en ce qui nous concerne (de 2012-2015), nous avons constaté que dans le monde anglophone ainsi que dans le monde francophone il y a beaucoup de littérature qui met en valeur l'importance et l'urgence de la gestion des connaissances (GC)⁴⁴, le Knowledge Management (KM), dans les entreprises. La GC (en français) ou KM (en anglais), est devenue un enjeu économique majeur de l'entreprise et des compétences professionnelles et scientifiques de l'individu. Elle implique « l'économie de la connaissance » [23] et concerne à cet effet l'individu et son entreprise, ou l'étudiant et son institution. Pour l'entreprise comme pour un simple individu, la *gestion des connaissances* désigne un ensemble d'opérations, une chaîne où on crée, collecte, stocke, transforme et diffuse ses connaissances. On peut la considérer aussi comme une chaîne où l'on acquiert, stocke, diffuse et applique les connaissances [3]. Elle augmente la capacité d'organisation de l'entreprise, lui permettant d'apprendre son environnement et d'enrichir ses processus [3] et, elle est pour l'entreprise, une composante importante de l'intelligence économique. Elle est devenue la fille du Management des Systèmes d'Information (SI). Le diagramme de la figure 5 ci-dessous illustre la chaîne de création de connaissances.

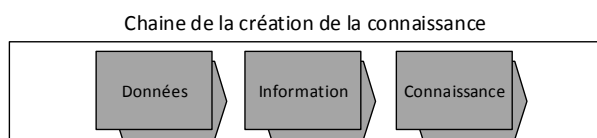


Fig 5. Chaîne de création des connaissances

L'ingénierie du KM (Knowledge Management) est parvenue à faire créer des logiciels de gestion des connaissances comme SK2⁴⁵, un des logiciels du Management des Connaissances (Gestion des Connaissances, CG) permettant un travail coopératif de l'expertise. C'est à partir des années 2000 que ce secteur est devenu prometteur pour les entreprises suite au progrès des technologies de l'information et de la communication. Des littératures et leurs applications abondent sur le KM ou la CG dans les entreprises. Certaines approfondissent la question du PKM, ou Personal Knowledge Management, la Gestion des Connaissances Personnelles (GCP). Notre attention s'est focalisée sur le PKM face à l'ATAWADAC et aux Applications Mobiles.

⁴³ Chapitre 11 traitant de la « Gestion des connaissances dans l'entreprise

⁴⁴ Essayons de comprendre ce que peut-être une CG par un exemple. Après une lecture dans une bibliothèque, le lecteur s'arrange de classer, par des notes prises, les sources consultées, il y revient sans s'y perdre pour les partager à des amis, et essaie par la suite de produire un travail à base de ses références, passant ainsi de la connaissance explicite à une connaissance tacite. Où quand il télécharge sur son Smartphone un nombre d'articles autour d'un thème de recherche, il les partage sur des mémoires extérieures, à d'autres Smartphones, via les réseaux.

⁴⁵ Produit présenté sur <http://www.knowmore.fr> (consultée le 17/03/2015).

3.3.1 MODELES EN COUCHES DU POTENTIEL SYNERGETIQUE

Parler du *PKM*, Personal Knowledge Management, c'est parler de l'économie des connaissances, de la capitalisation des connaissances aux points de vue d'abord personnel, puis collectif, en articulant rationnellement le rapport entre «Données, Information, Connaissance, Contexte et Utilisation ». Les applications mobiles et les infrastructures auxquelles elles répondent sont devenues des véritables supports, sources du KM ou du PKM. C'est dans cette perspective que nous inscrivons la suite de nos réflexions.

Le PKM qui devrait être intéressant pour le professionnel, l'étudiant du monde et de la RD Congo de demain, est celui qui s'appuie sur le paradigme d'ATWADAC et l'infrastructure réseau des applications mobiles. Tout pourrait être représenté en trois modèles en couche tels que le montrent les figures 8, 9, 10 et 11.

En RD Congo le cas concret du PKM est celui d'avoir des universités disposant des sites internet où les professeurs et les étudiants peuvent échanger les contenus connaissances, et en discuter via Internet. Chaque intervenant a un compte à partir duquel il stocke toutes les ressources de son savoir. C'est sa bibliothèque en ligne auquel il a accès. S'il peut y accéder tout en étant en déplacement, il se serait formé un apprentissage mobile. Lire se note en ligne tout en étant en déplacement l'aide de son Smartphone, c'est du M-learning.

Voici le cas d'un scénario du PKM

Au bout d'une leçon de mathématique, le professeur recommande à chaque étudiant de pouvoir se connecter le soir à l'Internet et télécharger le cours ainsi que la suite des exercices. Par la suite, ils peuvent se partager en ligne les solutions trouvées ainsi que la bibliographie consultée pour enrichir le travail en équipe. Eric rentre à la maison et se met à la tâche. Il télécharge le contenu sur son ordinateur, se documente par la suite avec quelques articles en lignes. Eric va gérer ses ressources téléchargées en les stockant sur son téléphone, son ordinateur portable et son compte en ligne google driver (GDRIVE), et les partager en réseaux à son professeur ainsi qu'à ses collègues. Le lendemain dans l'auditoire, l'exposé de la solution des exercices s'accompagne de la synthèse des ressources consultées. Eric, comme tous les autres, se sert de son support informatique. Il a une bibliothèque numérique organisée pour chaque type des cours, cela constitue une connaissance implicite. Il a reçu de sa faculté le contenu numérique des livres nécessaires dès le début de l'année. Il y fait recours chaque fois que c'est nécessaire et approfondit sa recherche sur internet. Eric fait une gestion personnalisée de ses connaissances explicites, il faut du \pkm. Quand il est en voyage, sa bibliothèque numérique est avec lui.

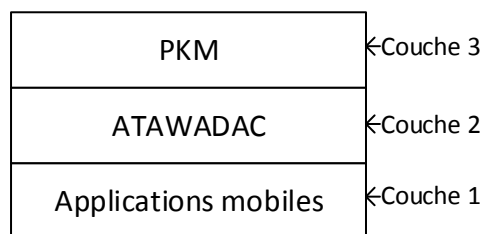


Fig. 8 Premier Modèle en couches du potentiel synergétique entre l'ATWADAC, le PKM et les applications mobiles.

En combinant la première et la deuxième couche de la figure 6, nous avons la réalité de Weiser, la technologie invisible que détermine l'informatique mobile. Le modèle que nous venons de proposer se réduit à deux couches sur les systèmes PKM et Informatique. C'est le deuxième modèle en couche (voir figure 9).

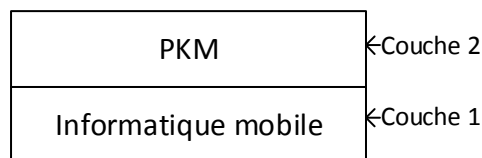


Fig. 9 Deuxième Modèle en couche du carrefour entre l'ATWADAC, le PKM et les TICs-Mobiles (L'ATWADAC étant compris ici dans l'informatique mobile).

En essayant d'éclater la dernière couche de la figure 9 et nous référant à la figure 7, nous avons obtenu ce qui suit sans peur de nous tromper. C'est notre modèle en couche du processus synergétique que nous représentons à la figure 10 ci-dessous.

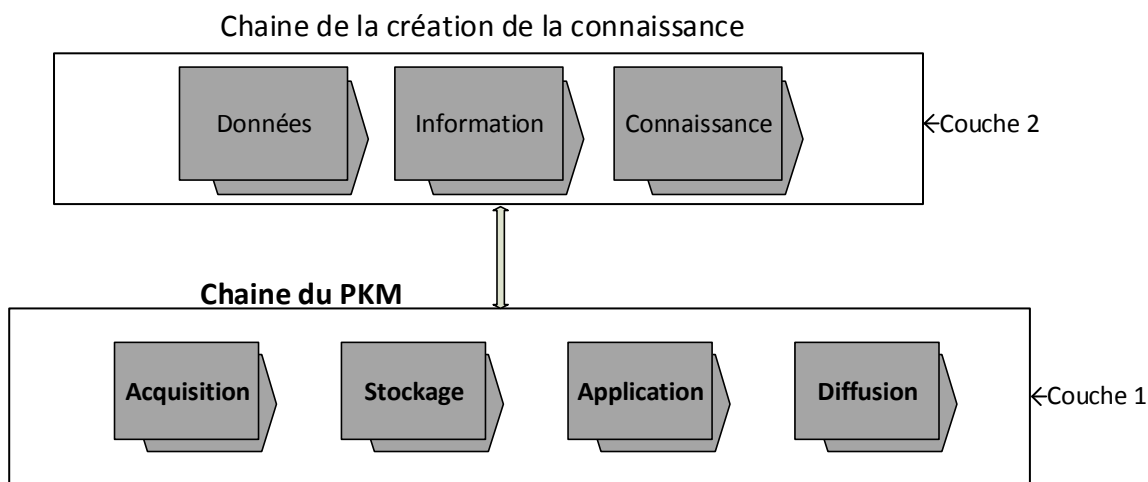


Fig 10. Modèle du processus du PKM

Déjà une trentaine d'années, la croissance de l'Internet et des applications mobiles, a suscité une révolution copernicienne pédagogique dans l'enseignement comme dans l'entreprise, au point de vue du management du système d'information en général et de la gestion des connaissances en particulier (CG ou Knowledge Management). Le processus d'apprentissage va des données, se transforme en information et devient une connaissance explicite ou implicite. Il est une stratégie de compétence et d'apprentissage dans l'entreprise et dans l'enseignement. Grâce aux télécommunications mobiles, nous sommes passés de l'apprentissage électronique résidentiel, e-learning, à un apprentissage mobile, le M-learning. La visée est d'avoir accès aux données et méthodes du savoir de n'importe où, n'importe quand, avec n'importe quel terminal, de manière transparente. Il est possible désormais pour un professionnel, un professeur, un étudiant ou un élève, d'être en mesure d'apprendre par lui-même et de partager à l'instant tel qu'il le voudrait, de manière la plus rapide et la plus large possible, les données de sa connaissance à ses partenaires via des petits réseaux point à point (P2P) ou via l'Internet. Il peut gérer ses connaissances selon le profil que lui offre un service ou un réseau fournisseur des contenus (on voit ici CDN, Content Delivery Network). Les conditions technologiques du M-learning sont inscrites dans le PKM, l'ATAWADAC et l'Informatique mobile. Nous estimons que le modèle en couche conçu et proposé par nous (ainsi que les deux modèles précédents) tel qu'illustré sur la figure 9 conviendrait à expliquer la relation entre les Informatiques mobiles (ATAWADAC+ Applications mobiles, le PKM et le M-Learning).

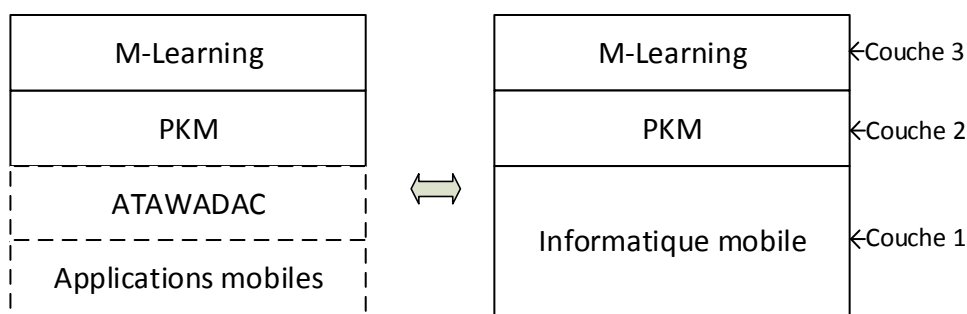


Figure 11. Troisième Modèle en couche du carrefour entre l'ATAWADAC, le PKM et les applications mobiles

Si donc l'informatique mobile fait la base infrastructurelle de la PKM et du M-Learning, comme nous venons de le montrer, quelques conditions technologiques et techniques des services supports des réseaux mobiles sans fil doivent, cependant, être prises en considération du côté des opérateurs comme du côté des usagers mobiles. Il s'agit notamment : du type des technologies mobiles appropriées, de la couverture réseau, de la qualité de service (QoS) qui comprend : le débit de la connexion et la bande passante, la latence, le type de liaison (symétrique ou asymétrique), la capacité de stockage des Data Center et des terminaux mobiles, la capacité réseau, l'itinérance sans couture (seamless roaming). Du côté des opérateurs, les services supports d'accès radio (RAB, Radio Access Bearer) sont d'une importance capitale. Du côté des abonnés, la capacité de stockage, la rapidité de réponse du microprocesseur, la vitesse de l'horloge de la carte mère, la définition de l'image, l'autonomie de l'énergie, etc., sont aussi importantes. En bref, le M-learning exige de disposer des réseaux sans fil haut débit large bande, à forte densification et à large couverture. Des réseaux ayant développé la radio cognitive et la communication

D2D et P2P avancées, pour la venue de la 4G (LTE, Wimax mobile 802.16m) déjà opérationnelle en Europe, aux USA, en Asie, en Afrique (au Rwanda, par exemple), et la 5G d'ici 2020 sont les bienvenues. Des réseaux convergents et hétérogènes, des réseaux définis par logiciel (SDN, Software Defined Network), et des réseaux virtuels pour opérateurs mobiles (MOVN, Mobile Operator Virtual Network).

Revenons à présent à l'ATAWADAC, au PKM et au M-Learning. Avant de former des communautés de gestion des connaissances (KM, Knowledge Management), domaine du Management des Systèmes d'Information (MSI), il importe, suite à notre analyse, d'élaborer des structures et des infrastructures de gestion personnelle des connaissances. Nous sommes là au carrefour de l'ATAWADAC et du KM, ou de l'ATAWADAC et du KPM (Knowledge Personal Management). Quelle est la réalité de ce rendez-vous ATAWADAC-PKM en RD Congo de nos jours et dans le futur?

Autrefois, les cours suivis en classe, dans l'auditoire, la lecture faite sur les panneaux des routes, dans des livres ou dans des journaux imprimés, étaient des sources de connaissances explicites bien incontournables et parfois ennuyeuses. Pourtant, le manque d'intérêt à feuilleter des vieux ou nouveaux livres des bibliothèques s'est toujours manifesté, ou se manifeste encore chez certains d'entre nous, soit par manque de motivation, soit par manque d'habitude. Mais de nos jours, les sources de connaissances explicites sont devenues intuitives, attrayantes par leur interactivité. Il est possible de se tenir en éveil devant un cours en vidéo ou en diaporama sur sa tablette ou son smartphone, téléchargé sur youtube, ou sur une quelconque plateforme interactive, ou de suivre sur un cours en vidéo interactive, avec possibilité de sélectionner son moment, son contenu d'apprentissage et de s'autoévaluer. Les possibilités sont diverses et nous ne pouvons pas les énumérer toutes ici. Nous les résumons en E-Learning et M-Learning (pour apprentissage en ligne et apprentissage mobile). Il faut juste analyser les aspects pédagogiques et technologiques que cela implique⁴⁶.

4 DISCUSSION

L'interprétation de nos résultats se doit de répondre à cette question : peut-on parler de services de l'ATAWADAC, du PKM et ceux dont l'intégration aux applications mobiles donnerait lieu au service M-learning en RD. Congo ?

Il n'existe pas à proprement parler de services de ATAWADAC en RD. Congo, tant que les conditions d'existence de ce dernier ne sont pas encore réunies complètement: l'informatique ubiquitaire, l'intelligence ambiante, la permanence de l'énergie électrique, la mobilité numérique étendue dans les réseaux cellulaires. Malgré la présence des portables informatiques et de l'informatique portée, l'équation (1) de l'informatique mobile est encore nulle ($I_m = 0$ à ce jour) suite à l'absence d'un réseau ubiquitaire et d'une indisponibilité quasi permanente de l'énergie électrique. En effet, les deux facteurs importants qui sont de cette équation l'énergie électrique (W_e) et l'informatique ubiquitaire (I_u) sont incontournables. Beaucoup reste encore à faire pour vérifier et expérimenter notre équation de l'informatique mobile présentée dans la sous-section 4.2. La RD. Congo balbutie en e-RDC, et il n'existe pas de u-RDC. Cela n'est pas à démontrer, c'est bien perceptible au quotidien.

Les résultats de nos évaluations dans la sous-section 4.2 montrent qu'avec les 11% ($\Delta = 11\%$) de pénétration 3G pour environ 5,5% de la population connectée, la valeur du réseau d'Internet Mobile $V_{im} = 2,5M^2$ en suivant la loi de Metcalfe. Tandis qu'elle est de $V_{im} = 0,72M^2$ la loi logarithmique. Ainsi les réseaux cellulaires et de mobiles en RD Congo sont encore loin d'offrir un accès aux services sans contrainte du lieu, du temps, du terminal et du format de manière transparente à l'utilisateur mobile (des services de l'ATAWADAC, pour ainsi dire). $V_{im} = 2,5M^2$ exprime l'idée de l'utilité du réseau d'Internet mobile en RD Congo, tandis que $V_{im} = 2,5M^2$ montre le taux de croissance lent et progressif de sa capacité. D'une part Metcalfe donne l'idée de l'étendue du service, d'autre part la loi logarithmique donne l'idée de la progression du développement lent et réaliste.

En nous basant sur le tableau de la GSMA (Global System Mobile Association), on voit bien qu'en pratique seul un effectif de 5,5% de la population congolaise a la possibilité de naviguer sur le Web à l'aide de son Smartphone (ou tablette) ou de son modem 3G. Et ce, pour combien de temps de connexion et pour quel débit et bande passante ? La question reste en suspens. Quel sera le nombre de smartphones en RD Congo en 2020, considérant que les statistiques mondiales estiment que le monde aura atteint 6 milliards de smartphones d'ici 2020 ? Pourquoi ces taux sont encore si bas aujourd'hui en RD Congo? Nous ne saurons donner immédiatement réponse à ces questions.

D'un point de vue purement analytique, on peut sans doute affirmer que des structures d'apprentissage mobile en RD Congo sont à construire, tout comme celles d'apprentissage fixe d'ailleurs. Il est bon que l'investissement dans ce domaine

⁴⁶ [7] Présente un bon contenu à ce sujet.

soit planifié dans les institutions scolaires et académiques ou tout au moins amorcé incessamment. Comparativement à d'autres pays de plus ou moins même superficie ou même densité d'habitants, la RD Congo est très en retard, que ce soit sur le taux de pénétration du mobile, ou sur l'usage de l'Internet. Nous l'avons démontré dans cet article.

Nos recherches nous ont permis d'estimer à 5,5% ($\delta = 5,5\%$) la population porteuse de Smartphones et portables PC. Qu'advierait-il si 1% de Smartphones capables d'une connexion continue d'Internet mobile limitée aux mails pour 8 heures et à la messagerie instantanée des réseaux sociaux (facebook, twiter ...)? Quelles seraient les chances de faire un téléchargement d'un cours interactif, d'un documentaire intéressant, ou de suivre en ligne une matière d'apprentissage quelconque? Inévitablement le débit sera trop faible au point de ne pas pas permettre la consommation d'un seul service. La situation se bloquerait même pour une connexion simultanée dont de 11% de connexion 3G/4G (GSMA 2016 pour la RD Congo), et encore plus de la part de 1 ou 2% qui seraient possesseurs d'un ordinateur portable. En effet, le débit de l'Internet mobile disponible actuellement est faible et quelque fois instable⁴⁷. Il n'est pas encore possible d'imaginer de réaliser des trafics de volume important du côté des En dernière analyse, le projet de mise en valeur du potentiel synergétique pourrait donc se réaliser en trois phases dont chacune correspond à une couche de ce que nous venons d'épingler: l'infrastructure d'informatique mobile, les plates-formes PKM, les services M-Learning. Ces phases somnolent en RD Congo. Avec 80% de manque de couverture mobile, 50% seulement de la population sous couverture mobile, et un manque d'au moins 96,9% d'accès à l'Internet mobile, le potentiel de développement est énorme en RD Congo. S'il y existait des fournisseurs de contenus d'information, et s'ils travaillent aux formats et aux possibilités d'accès aux terminaux interchangeables⁴⁸ et qu'on résolvait le problème de limite d'accès et de débit Internet, le E-learning et le M-learning seraient une réalité. Outre l'Internet mobile, l'Internet fixe constitue une bonne opportunité à l'existence conjointe du E-learning et du M-Leaning.

Pour que la gestion personnelle des connaissances soit une réalité rendue visible par le M-learning, nous sommes convaincus que l'usage conjoint de l'Internet mobile et l'Internet fixe est incontournable. Jusqu'alors en RD Congo, l'Internet fixe offre les possibilités d'accès aux services de gros volumes de données. Cependant, pour qu'au moins 50% de congolais de la RD Congo aient l'accès à l'Internet fixe et 10% à l'Internet mobile, le coût d'installation du matériel et de la consommation du service doivent être abordables. Cette exigence implique que la solution soit envisagée au niveau de l'économie des télécommunications en RD Congo spécialement entre les fournisseurs d'accès internet et l'autorité de réglementation (ou politique). Les deux partenaires devront chercher la dynamique de l'équilibre entre les besoins en informatique et télécommunications d'une part et le coût de vie de la population d'autre part. simples usagers mobiles. C'est encore un défi en RD Congo.

5 CONCLUSION

Être connecté quels que soient l'instant et l'endroit, accéder à n'importe quel contenu avec n'importe quel appareil, est le nouveau défi technologique et sociétal (donc sans contrainte de lieu, de temps et de terminal). Et la Gestion Personnelle des Connaissances ainsi que l'apprentissage mobile qui en découlent font en commun un potentiel énorme de développement de nos sociétés. Tout au long de cet article nous avons voulu comprendre la problématique du potentiel synergétique entre l'ATAWADAC, le PKM et les applications mobiles en RD Congo au service du M-Learning. Les résultats obtenus à l'issue de nos recherches montrent que le potentiel synergétique entre l'ATAWADAC et le PKM sur les applications mobiles est un projet qui n'existe pas encore, il est à construire. La raison en est que les bases manquent. Premièrement, l'indisponibilité de l'énergie et d'une infrastructure de l'informatique ubiquitaire (voir l'équation (1)) posent problème. Deuxièmement les faibles valeurs de la pénétration d'Internet mobile, le faible taux de sa croissance, le taux de la population ayant accès au 3G/4G (voir le tableau 5) et même le faible taux d'accès à l'Internet fixe. Le potentiel synergétique serait grand en RD Congo si au moins 50% de la population a un accès à l'Internet fixe et 10% à l'Internet mobile et si l'énergie électrique devient 90% permanente à l'usage domestique et industriel. Alors seulement à cette condition le PKM et le M-Learning deviendront une réalité.

⁴⁷ Le constat est que le débit de l'Internet mobile fourni par les réseaux cellulaires est fluctuant, il n'est pas souvent stable. Cela peut prendre des jours ou des semaines chez certains opérateurs et les abonnés s'en plaignent.

⁴⁸ Le même contenu peut-être adapté sur plusieurs formats et partagé à travers plusieurs canaux de technologies.

REFERENCES

- [1] H.-T. Hou, *New Research on Knowledge Management Technology*, Rijeka: Intech, 2012.
- [2] M. Weiser, «The Computer for the Twenty-First Century,» *Scientific American*, pp. 94-104, 1993.
- [3] K. L. & J. Laudon, *Management des systèmes d'information*, 11e éd., Paris: Pearson, 2013.
- [4] ANR, «Mobilité et ubiquité: vers le nomadisme numérique,» n° 11, juin 2009.
- [5] E. Dahlman et S. Parkvall, *4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband*, Oxford: Elsevier, 2014.
- [6] N. Plouznikoff et J.-M. Robert, «Caractéristiques, enjeux et défis de l'informatique portée,» chez *dans Compte-rendu de la 16ième Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'04), Namur, Belgique, ACM Press, 1er-3 septembre 2004.*, Montréal, 2004.
- [7] S. Pierre, *Réseaux et systèmes informatiques mobiles : Fondements, architectures et applications*, Paris: Presses inter Polytechnique, 2011.
- [8] L. T. Yang et e.a, *Mobile Intelligence*, New Jersey: John Wiley, 2010.
- [9] R. Prasad et & a. (eds), *Globalization of Mobile and Wireless Communications: oday and in 2020*, Signals and Communication Technology, Springer, 2011.
- [10] M. Castells, *La société en réseaux*, Paris: Fayard, 1998.
- [11] J. Couta et J. L. Crowley, «Plan « intelligence ambiante » : défis et opportunités,» 2008.
- [12] A. Tanenbaum et D. Wetherall, *Réseaux 5è édition*, Paris : Nouveaux Horizon, 2011.
- [13] V. Vallabhaneni, «Summary of Mark Weiser's Paper on Ubiquitous Computing,» [En ligne]. Available: <http://www.csee.wvu.edu/classes/cs556/docs/vision/UbiquitousComputinginHealthCare.html>. [Accès le 23 janvier 2015].
- [14] UbiHome, «Ubiquitous Computing,» [En ligne]. Available: <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>. [Accès le 23 janvier 2015].
- [15] Y. Punie, «The Future of Ambient Intelligence in Europe:The Need for More Everyday Life,» *Communications & Strategies*, n° 157, pp. 141-165, 2005.
- [16] J. d. Rosnay, *Le cerveau planétaire*, Paris: Olivier Orban, 1986.
- [17] D. d. Kerkhove, *L'intelligence des réseaux*, Paris: Odile, 2000.
- [18] G. Intelligence, «Data » Markets » Africa » Congo, Democratic Republic,» 20 avril 2015. [En ligne]. Available: <https://gsmaintelligence.com/>. [Accès le 20 avril 2015].
- [19] WDI, «States and Markets 2015: World Development Indicators: Powers and communications,» 2015.
- [20] WDI, «World Development Indicators 2008,» World Bank, washington,, 2008.
- [21] WDI, *World Development Indicators 2013*, Washington DC 20433: The World Bank, 2013.
- [22] M. Louadi, «Les lois de la nouvelle économie,» *Le Manager*, n° 162, pp. 46-48, 2001.
- [23] J.-L. Ermine, *La gestion des connaissances*, Paris: Hermes, 2003.
- [24] R. Prasad et e. al., *Globalization of Mobile and Wireless Communications: Today and in 2020*, Springer, 2011.
- [25] M. Weiser, «Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computig,» *Communications ACM*, 23 Juillet 1993.
- [26] ISTAG, «Scenarios for Amnient Intelligent in 2010,» 2001.
- [27] ISTAG, «Towards Horizon 2020,» 2012.
- [28] L. Razmerita, «Personal Knowledge Management: The role of Web 2.0 tools for managing knowledge at individual and organisational levels,» *Online Inforamtion Review*, vol. XXXIII, n°11021-1039, 2009.
- [29] M. A. & D. Leithner, «Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues,» *Insead*, 1999.
- [30] J. L. Frand et C. Hixson, «Personal Knowledge Management Who? What? Why? When? Where? How,» *Educom 98*, 1998.
- [31] J. Krumm, *Ubiquitous Computing Fundamentals*, New York: CRC Presse, 2010.
- [32] XDC, «ATAWAD,» [En ligne]. Available: <https://xavierdalozconsulting.wordpress.com/>. [Accès le 22 Janvier 2015].
- [33] B. Rhodes et N. M. & J. Weaver, «Wearable Computing Meets Ubiquitous Computing,» *Proceedings of the 3rd International Symposium on Wearable Computers (ISWC'99)*, pp. 141-149, 1999.

EVOLUTION DU SYSTÈME PENAL CONGOLAIS DE LUTTE CONTRE LE TERRORISME AU LENDEMAIN DU 11 SEPTEMBRE 2001

[EVOLUTION OF CONGOLESE CRIMINAL SYSTEM OF STRUGGLE TERRORISM AFTER 11 SEPTEMBER 2001]

Goethe ALI HAMADI

Chef des Travaux à la Faculté de Droit, Université de Kisangani, RD Congo

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

ABSTRACT: The 11 september 2001 events in the United States of America have constituted undeniably a decisive turning point in the terrorism history. Since this fateful date, the virulent and tragic spread has not spared the DRC than the remaining part of Africa. In reaction to this criminal phenomenon and its tragic consequences, movements of technical adaptation or reinforced severity of criminal systems of struggle against terrorist criminality have marked States at the national level as well as the international level.

The assessment of Congolese criminal system of struggle against terrorism following terrorist attacks of 11 September 2001 lets foresee a process of puntual adaptation of criminal normativity and institutional frame. It informs (tells) that before the 11 September 2001 situation, the Congolese criminal right of struggle against terrorism comprises a criminal lesgislation wich, though not including norms specific to terrorism, comprises pertinent systems able to prevent and repress activities related to terrorism. But because of the 11 September 2001 attacks, the Congolese criminal system of struggle against terrorism is clearly improved. First, the banning of activies related to terrorism on the national land is constitutionally devoted. Second, the law-maker develops (deploys) a pertinent criminal right that takes place in the general judiciary frame, but not in the exception criminal legislation of struggle against terrorism. However, despite dynamics (process), the state of Congolese criminal judiciary against terrorism provides information on major limits that let foresee the perspective of improvement.

KEYWORDS: Evolution, institutional, normative, terrorism, system.

RÉSUMÉ: Les événements du 11 Septembre 2001 aux Etats-Unis ont constitué indéniablement un tournant décisif dans l'histoire du terrorisme. Depuis cette date fatidique, l'expansion virulente et dramatique du terrorisme n'a pas plus épargné la RDC que le reste de l'Afrique. En réaction à ce phénomène criminel et à ses conséquences dramatiques, des mouvements d'adaptation technique ou de sévérité renforcée des systèmes pénaux de lutte contre la criminalité terroriste, ont marqué les Etats, tant au niveau national qu'international.

L'évaluation du système pénal congolais de lutte contre le terrorisme à la suite des attaques terroristes du 11 septembre 2001 laisse entrevoir une dynamique d'adaptation ponctuelle de la normativité pénale et du cadre institutionnel. Elle renseigne qu'avant la situation du 11 septembre 2001, le droit pénal congolais de lutte contre le terrorisme comprend une législation pénale qui, bien que ne comportant pas des normes spécifiques au terrorisme, comprend des dispositifs pertinents à même de prévenir et de réprimer les activités liées au terrorisme. Mais à la suite des attaques du 11 septembre 2001, le système pénal congolais de lutte contre le terrorisme s'est nettement amélioré. D'abord, l'interdiction des activités liées au terrorisme sur le territoire national est constitutionnellement consacrée. Ensuite, le législateur déploie un droit pénal pertinent qui s'inscrit dans le cadre juridique général, et non dans une législation pénale d'exception de lutte contre le terrorisme. Cependant, en dépit de la dynamique, l'état du système pénal congolais de lutte contre le terrorisme renseigne des limites majeures, qui laissent entrevoir des perspectives d'amélioration.

MOTS-CLEFS: Evolution, institutionnel, normatif, terrorisme, système.

1 INTRODUCTION

L'étude de « *l'évolution du système pénal congolais de lutte contre le terrorisme au lendemain du 11 septembre 2001* » s'est inscrite dans un contexte où l'ampleur et la nature du terrorisme ont fini par en faire un enjeu politique et juridique crucial dans un monde globalisé.

Les événements du 11 Septembre 2001 aux Etats-Unis ont constitué un tournant décisif dans l'histoire du terrorisme¹. Au regard des réactions en chaîne qu'il a provoqué, ces événements ont fait du terrorisme la question la plus préoccupante, bien avant les enjeux climatiques, pour les gouvernements et les organismes de sécurité dans le monde.

La décennie post-11 septembre a vu s'épanouir un terrorisme protéiforme globalisée d'une rare violence. Il n'est plus le fait des Etats, mais des individus, auto-construit du fait d'un échec social ou du refus de l'altérité. Le phénomène se présente donc sous les traits d'une violence insidieuse « *qui jaillit spontanément là où l'on ne l'attend pas, couve sournoisement avant de se déclarer, se développe et se propage de manière irrationnelle* »², ce qui met à nue l'impuissance des Etats.

L'expansion virulente et dramatique du terrorisme n'a pas plus épargnée la RDC que le reste de l'Afrique. Bien que, ces actes semblent bien loin des actions classiques et spectaculaires ayant marqué l'histoire du terrorisme à travers le monde, il n'en demeure pas moins que leur impact est d'autant plus considérable qu'ils sont globalement les faits des mouvements insurrectionnels ou de guérilla étrangers.

Bien plus, les menaces ou les attaques terroristes qui ont touchées certains pays limitrophes (Soudan, Ouganda, Burundi, Rwanda, Tanzanie, Tchad), les contextes géopolitique, sécuritaire et la diffusion actuelle des NTIC ne laissent rien présager de bon pour le pays. En effet, les observateurs notent avec intérêt le parti que les terroristes savent tirer de nouvelles technologies de l'information et de la télécommunication (courrier électronique et réseau internet, etc.) pour transmettre leurs messages de manière extraordinairement efficace et à moindre frais et pour recruter des adeptes voire financer les activités³.

En réaction aux événements du 11 septembre et à l'expansion du terrorisme, des mouvements de durcissement des mesures préventives et répressives dans le monde ont pris place. Ces mouvements s'apprécient particulièrement à travers les textes d'adaptation technique ou de sévérité renforcée, voire une inflation pénale, tant au niveau national qu'au niveau international.

Au niveau international, cela s'est traduit notamment par la mise au point par le biais de l'ONU d'un cadre juridique universel de lutte contre le terrorisme à même de couvrir ses diverses facettes. Il comprend dix-huit Conventions et Protocoles universels de nature pénale de lutte contre le terrorisme et les Résolutions onusiennes, notamment celles du Conseil de Sécurité, qui ont un caractère contraignant vis-à-vis des Etats.

Au niveau interne, il est évident que face à la menace ou aux activités terroristes, les pouvoirs publics congolais ne pouvaient demeurer inertes. Son activité s'est traduite par la mise sur pied d'une stratégie de lutte contre le terrorisme et le financement du terrorisme.

Cependant, toute politique criminelle cohérente, pertinente dans un contexte propice à l'étouffement et dans une logique d'éradication des facteurs qui concourent à l'expansion du terrorisme exige sans une adéquation des réponses pénales et institutionnelles à y apporter au niveau national et au niveau international.

Au terme de ces précisions des faits, avec en toile de fond le vent des mouvements d'adaptation technique ou de sévérité renforcée des systèmes pénaux de lutte contre la criminalité terroriste, qui ont marqué le monde au lendemain du 11 septembre 2001, notre étude s'est proposée de trouver la réponse à la principale question suivante : « *En quoi consiste le système pénal de lutte contre le terrorisme mis en place par la RDC avant et après le 11 septembre 2001 ?* ».

A ces questions, et en attendant d'apporter des éléments de réponse à travers nos discussions, nous nous devons en amont soulevé des réponses provisoires devant permettre d'atteindre l'explication du problème soulevé.

Dans cette perspective, notre étude a discuté la principale hypothèse qu'avant le 11 septembre 2001, le système pénal congolais de lutte contre le terrorisme serait fondé sur certains instruments juridiques répressifs internationaux de lutte contre

¹ CHALIAND G. et al. (dir.), *Les stratégies du terrorisme*, Paris : éd. Desclée de Brouwer, 2002.

² CARTIER M-E., *Le terrorisme dans le nouveau code pénal français*, R.S.C., 1995, p. 711.

³ Lire NACOS B. L., *Médias et terrorisme : Du rôle central des médias dans le terrorisme et le contre-terrorisme*, Paris : éd. Nouveaux Horizons-ARS, 2005.

le terrorisme et une législation nationale à caractère général, à même de prévenir, de réprimer voire de gérer les retombées des activités en relation avec le terrorisme. Le séisme sécuritaire et juridique qui ont résulté des attentats du 11 septembre auraient amener la RDC d'une part, à s'inscrire dans une dynamique de ratification de l'ensemble des instruments juridiques internationaux de lutte contre le terrorisme, et d'autre part, à adopter une législation nationale pénale spécifique au terrorisme.

Dans cette perspective, l'objectif de notre étude était spécifiquement d'évaluer l'évolution du système pénal congolais de lutte contre le terrorisme à la suite des attaques terroristes du 11 septembre 2001.

Pour y parvenir, nous nous sommes imposé une étape pratique. Il s'est agi d'inventorier et de décrire d'une part, les instruments juridiques internationaux de nature pénale de lutte contre le terrorisme ratifiés par la RDC, et d'autre part, la législation pénale nationale de lutte contre le terrorisme, adoptés avant et après le 11 septembre 2001.

Il va sans dire qu'il ne pouvait s'agir uniquement des normes pénales portant spécifiquement sur le terrorisme, mais également de celles qui, sans être spécifiques au terrorisme, couvrent certaines activités criminelles qui ont une corrélation logique avec les activités terroristes.

Ce qui impliquait concrètement de faire un état de lieux des incriminations et des modalités de répression, des méthodes et règles de collecte de preuves applicables lors de l'enquête et des poursuites, des mesures de sauvegarde et des mécanismes de coopération internationale pénale ; ainsi que les institutions judiciaires ou administratives de lutte contre le terrorisme.

En somme, il s'agit d'observer les mouvements spontanés du droit⁴, qui nous permet de faire l'archéologie de l'histoire du système pénal de lutte contre le terrorisme dans une perspective plutôt dynamique, c'est-à-dire fouillant l'évolution des normes positives pénales et des mécanismes institutionnels de lutte contre le terrorisme en vigueur en RDC avant et après le 11 septembre 2001⁵.

2 LE SYSTÈME PÉNAL CONGOLAIS DE LUTTE CONTRE LE TERRORISME AVANT LES ACTES TERRORISTES DU 11 SEPTEMBRE 2001

Le droit congolais est un tout constitué du droit national et du droit international. En effet, l'article 215 de la Constitution du 18 février 2006 dispose que : « *Les traités et accords internationaux régulièrement conclus ont, dès leur publication, une autorité supérieure à celle des lois, sous réserve pour chaque traité ou accord, de son application par l'autre partie* ». Ceci implique qu'en cas de conflit entre une disposition d'un traité dument ratifié et une loi interne, la primauté appartient, en raison de la hiérarchie des sources du droit, au traité, quand bien même la loi serait postérieure au traité. Le système pénal congolais de lutte contre le terrorisme comprend donc des éléments pénaux de source internationale et de source nationale, en vigueur avant et après le 11 septembre 2001.

2.1 LES ÉLÉMENTS PÉNAUX DE SOURCE INTERNATIONALE

Le droit pénal international congolais de lutte contre le terrorisme comprend les normes pénales consacrées par les quatre Conventions internationales mises sur pied dans le cadre des Nations-Unies, en réponses aux multiples actes de piraterie aérienne et d'attentats à la bombe contre des avions de ligne et les personnes internationalement protégées qui ont marqué les années 1960.

Il s'agit de:

- la Convention de 1963 relative aux infractions et à certains autres actes survenant à bord d'un aéronef (dite « Convention de Tokyo » sur la sûreté de l'aviation)⁶,
- la Convention de 1970 pour la répression de la capture illicite d'aéronefs (dite « Convention de La Haye » sur les détournements d'aéronefs)⁷,
- la Convention de 1971 pour la répression d'actes illicites dirigés contre la sécurité de l'aviation civile (dite « Convention de Montréal » sur les actes de sabotage tels que les explosions à bord d'un aéronef en vol)⁸,

⁴CRUET, J., *La vie du droit et l'impuissance des lois*, Paris : Flammarion, 1908, p. 317.

⁵GLISSEN J., « *Histoire comparée du droit* », *L'expérience de la société Jean Bodin*, pp. 266, 627.

⁶ *Les codes Larcier de la RDC, Tome III, vol.1, Droit commercial, Bruxelles et Kinshasa : éd. Larcier & Afrique, 2003.*

⁷ *Ibidem.*

⁸ *Ibidem.*

- et de la Convention de 1973 pour la prévention et la répression des infractions contre les personnes jouissant d'une protection internationale, y compris les agents diplomatiques⁹.

La Convention de Tokyo de 1963 ne comporte aucune incrimination, elle tend à la limite à réprimer les infractions ou actes qui compromettent la sécurité des aéronefs ou de personnes ou de biens se trouvant à bord ou compromettent le bon ordre et la discipline à bord. Pour ce faire, elle confère au Commandant d'aéronef le pouvoir de prendre des mesures raisonnables, y compris les mesures de contrainte qui sont nécessaires pour garantir la sécurité de l'aéronef, à l'égard d'une personne dont il est fondé à croire qu'elle a commis ou est sur le point de commettre un acte de ce type.

Par contre, la Convention de La Haye de 1970, la Convention de Montréal de 1971 et la Convention de 1973 énoncent chacune et définissent de manière parfaite, dans le domaine qu'elles couvrent, des incriminations terroristes à titre principal, de telle façon que l'Etat partie peut l'accueillir sans devoir prendre de mesure législative d'aucune sorte¹⁰. Ces incriminations ne demandent donc « *aucun texte particulier pour sa mise en œuvre par un parquet ou un tribunal* »¹¹.

Dans l'ensemble, ce droit international pénal comprend des systèmes indirects de répression des actes de terrorisme, mais également des méthodes et règles de collecte de preuves applicables lors de l'enquête et des poursuites et des mécanismes de coopération internationale en matière pénale.

A côté de ce régime international spécifique au terrorisme, on note également des instruments internationaux à caractère complémentaire notable, dans la mesure où certaines de leurs dispositions prohibent de manière explicite les actes de terrorisme.

Il s'agit notamment des quatre Conventions de Genève de 1949 et leurs deux Protocoles additionnels de 1977. Ces instruments permettent indiscutablement de prévenir et de réprimer les actes de terrorisme, en tant qu'atteintes aux droits de l'homme et violation du Droit international humanitaire.

Ces interdictions sont pertinentes, surtout lorsque l'on considère que la « *majorité des actes terroristes sont plutôt commis contre une population civile qui ne se trouve pas aux mains des terroristes ou encore ils sont dirigés indistinctement contre des civils et des combattants* »¹².

De même, de manière complémentaire, ils offrent l'avantage de couvrir les actes de terrorisme commis autant dans un contexte de paix que dans un contexte de guerre, pour deux raisons évidentes. D'abord, parce que les Conventions et Protocoles internationaux de lutte contre le terrorisme ne couvrent généralement pas les activités liées aux forces armées ou police, ensuite parce que, en principe, ces instruments ne s'appliquent pas dans des situations de conflit armé.

2.2 LES ÉLÉMENTS PÉNAUX DE SOURCE NATIONALE

Au niveau du droit national, le système pénal congolais de lutte contre le terrorisme comprend une législation pénale et des mécanismes institutionnels qui, bien que n'étant pas spécifiques au terrorisme, comprend des dispositifs pertinents à même de prévenir et de réprimer les activités liées au terrorisme.

2.2.1 AU NIVEAU NORMATIF

La répression, sur le plan judiciaire, est essentiellement assurée sur pied des lois du droit pénal commun. En effet, les actes terroristes peuvent être punis soit sur pied des dispositions relatives aux infractions contre les personnes, soit sur celles relatives aux infractions contre les propriétés, soit encore sur pied des dispositions relatives aux infractions de menaces d'attentat contre les personnes ou contre les propriété prévus par le Décret du 30 janvier 1940 portant Code pénal congolais.

Au regard des incriminations portées par le Code pénal et de l'organisation des mouvements terroristes, voire des préjudices qui résultent de ses actes, les comportements ci-après peuvent être punis sur pied des dispositions qui suivent :

⁹ ONUDC, *Recueil d'accords bilatéraux, régionaux et internationaux en matière d'entraide judiciaire et d'extradition*, Tome 2, Vienne : Centre international de Vienne, 2009.

¹⁰ Lire DAVID E., *Eléments de droit pénal international et européen*, Bruxelles : 2 éd. Bruylant, 2009.

¹¹ *Idem*.

¹²SASSÒLI M. et ROUILLARD L., « *La définition du terrorisme et le droit international humanitaire* », in *Revue québécoise de droit international (Hors-série)*, 2007.

- a) L'organisation d'un mouvement terroriste peut être punie sur pied des dispositions relatives à l'association des malfaiteurs prévue et punie de mort par les articles 156, 157 et 158 du CP. En effet, ces dispositions visent toute association formée dans le but d'attenter aux personnes ou aux propriétés, de même que les individus faisant partie de l'association et ceux qui auront sciemment et volontairement fourni à la bande des armes, munitions, instruments d'infraction.
- b) Les actes de terrorisme qui visent les personnes dans leur intégrité physique tels que l'assassinat peut être punie sur pied des dispositions relatives aux infractions contre les personnes, notamment celles relatives aux homicides, à l'exemple du meurtre et de l'assassinat prévus et punis par les articles 44 et 45 qui disposent : « *L'homicide commis avec l'intention de donner la mort est qualifié meurtre. Le meurtre commis avec préméditation est qualifié d'assassinat. Ils sont punis de mort.* »
- c) L'acte de terrorisme qui vise les personnes dans leur liberté, à savoir la prise d'otage, peut être punie sur pied des dispositions relatives à l'arrestation arbitraire et à la détention illégale prévues et punies par l'article 67 : « *Est puni d'une servitude pénale d'un à cinq ans celui qui, par violences, ruses ou menaces, a enlevé ou fait enlever, arrêté ou fait arrêter arbitrairement, détenu ou fait détenir une personne quelconque. Lorsque la personne enlevée, arrêtée ou détenue aura été soumise à des tortures corporelles, le coupable est puni d'une servitude pénale de cinq à vingt ans. Si les tortures ont causé la mort, le coupable est condamné à la servitude pénale à perpétuité ou à mort.* »
- d) Les actes d'attentats à la bombe ou d'agression contre la sécurité de l'aviation civile peuvent être punis soit sur pied des dispositions relatives aux infractions contre les personnes, notamment celles relatives aux homicides et aux lésions corporelles telles que le meurtre, l'assassinat, les coups et blessures ; soit sur celles relatives aux infractions contre les propriétés, notamment celles relatives aux destructions, dégradations et dommages (à l'exemple de l'incendie volontaire de la chose appartenant à autrui, de la destruction méchante des constructions, machines et autres objets d'utilité publique, etc.) ; soit encore sur pied des dispositions relatives aux infractions de menaces d'attentat contre les personnes ou contre les propriétés.

A côté du droit pénal commun, certains instruments juridiques fournis par les lois du droit pénal particulier ont vocation à s'appliquer dans le cadre de la lutte anti-terroriste. Parmi elles, figurent notamment la législation relative au racisme, au tribalisme ou à l'intolérance religieuse, la législation sur les armes, munitions et explosifs, les substances particulièrement dangereuses ou l'utilisation des armes à feu, ainsi que la législation relative aux modalités de l'exercice de la liberté de presse.

La législation relative au racisme, au tribalisme ou à l'intolérance religieuse comprend l'ordonnance-loi n°25-131 du 25 mars 1960 portant répression des manifestations de racisme ou d'intolérance religieuse ; le décret du 13 juin 1960 sur la discrimination dans les magasins et autres lieux publics ; et l'ordonnance-loi n°66-342 du 7 juin 1966 portant répression du racisme et du tribalisme. Ce droit pénal congolais réprime des propos ou comportements racistes, tribalistes ou d'intolérance religieuse qui, rappelons-le, sociologiquement attisent ou aggravent les tensions, et sont susceptibles d'entraîner ou de déboucher à la violence terroriste. En effet, le recours aux actes de terrorisme est parfois l'expression de l'intolérance, d'un déni de l'altérité, de l'acceptation de l'autre. Et au-delà de la poursuite de buts abstraits, les agents terroristes ont généralement besoin d'être imprégnés d'un sens de rage et de haine à un tel point qu'ils seraient prêts à entreprendre une action violente qui les met eux-mêmes en danger.

La législation sur les armes, munitions et explosifs, les substances particulièrement dangereuses ou l'utilisation des armes à feu comprend décret du 3 juin 1913 portant législation relative aux poudres ordinaires, aux substances explosives et aux engins meurtriers agissant par explosion ; l'ordonnance-loi n°85-0353 du septembre 1985 portant régime des armes et munitions ; et l'Ordonnance n°85-212 du 3 septembre 1985 portant mesures d'exécution de l'ordonnance-loi n°85-035 du 3 septembre 1985 portant régime des armes et munitions. Ce droit pénal congolais permet de prévenir et de réprimer le trafic ou l'approvisionnement en armes, munitions et explosifs des terroristes ou des organisations terroristes. En effet, ces cadres légaux prescrivent des peines de servitudes pénales et d'amendes assorties de confiscation, à l'exception des cas spécialement permis, la détention, la cession, l'acquisition, la remise ou la perte des armes, munitions, poudres ordinaires, substances explosives et autres engins meurtriers agissant par explosion.

La législation relative aux modalités de l'exercice de la liberté de presse comprend notamment la Loi n°96-002 du 22 juin 1996 fixant les modalités de l'exercice de la liberté de presse dont les dispositions des articles 76 et 77 permettent de prévenir et réprimer les actes de provocation directe aux actes de terrorisme ou d'apologie du terrorisme, lorsqu'ils ont été suivis ou non d'effet.

A côté de ces législations de droit pénal particulier figurent également l'Ordonnance-loi n°66-98 du 14 mars 1966 portant Code de navigation maritime, dans la mesure où elle vise un certain nombre d'actes illicites qui comportent des caractéristiques terroristes. Ces actes illicites sont du reste analogues aux incriminations de terrorisme maritime prévues par la Convention internationale de 1988 pour la répression d'actes illicites contre la sécurité de la navigation maritime. C'est le cas de citer les faits infractionnels ci-après, susceptibles de couvrir les actes de terrorisme maritime : la mise en danger d'incendie (articles

343 et 344), la destruction ou l'abandon de matériel du bord (article 345), la piraterie maritime et les actes assimilés à la piraterie (articles 363 et s.).

Pour ce qui est des modalités de collaboration internationale en matière pénale, il faut dire qu'elles s'appuyaient sur les dispositions vétustes du Décret du 12 avril 1886 sur l'extradition, qui du reste ont la faiblesse de ne pas quasiment impliquer le juge dans la procédure et de ne pas comporter des garde-fous des droits de l'homme et des libertés fondamentales. En effet, la procédure d'extradition, telle que prévue par le Décret du 12 avril 1886, se pose essentiellement par la voie diplomatique à l'organe ayant la politique extérieure dans ses attributions, à savoir le gouvernement.

2.2.2 AU NIVEAU DU CADRE INSTITUTIONNEL

La répression, sur le plan judiciaire, est essentiellement assurée sur pied des lois du droit pénal commun. La définition, la promotion et la mise en œuvre de la politique nationale de lutte contre le terrorisme impliquent autant les Organismes traditionnels de l'Etat, qui dans le cadre de leurs missions ordinaires, luttent contre la criminalité.

Il faut dire qu'en RDC la politique de lutte contre le terrorisme relève traditionnellement du Ministère de l'intérieur et de sécurité, comme les démontrent diverses ordonnances fixant les attributions des Ministères. Mais, le terrorisme étant une question transversale, d'autres Ministères concourent à la mise en œuvre de cette politique eu égard leurs attributions. C'est le cas notamment du Ministère de la défense, du Ministère de la justice et du Ministère des Finances.

3 LE SYSTÈME PÉNAL CONGOLAIS DE LUTTE CONTRE LE TERRORISME APRÈS LES ACTES TERRORISTES DU 11 SEPTEMBRE 2001

3.1 LES ELEMENTS PENAUX DE SOURCE INTERNATIONALE

Le droit international pénal de lutte contre le terrorisme en vigueur en RDC post-11 septembre s'est nettement renforcé avec la ratification de cinq instruments universels de lutte contre le terrorisme suivants :

- la Convention de 1997 pour la répression des attentats terroristes à l'explosif¹³ ;
- la Convention de 1999 pour la répression du financement du terrorisme¹⁴ ;
- la Convention de 2005 pour la répression des actes de terrorisme nucléaire¹⁵ ;
- la Convention sur la répression des actes illicites dirigés contre l'aviation civile internationale de 2010¹⁶ ;
- et le Protocole complémentaire à la Convention pour la répression de la capture illicite d'aéronefs de 2010¹⁷.

Il faut reconnaître que la dynamique enregistrée résulte du contexte politico-juridique qui a prévalu au lendemain du 11 septembre 2001, caractérisé notamment par des résolutions ponctuelles du Conseil de paix et de sécurité de l'ONU demandant entre autres aux Etats de devenir davantage parties aux Conventions et Protocoles internationaux relatifs au terrorisme et d'appliquer intégralement les diverses résolutions du Conseil de sécurité sur le terrorisme

Cet effort de ratification traduit également la volonté de la RDC de s'inscrire d'avantage sous la houlette du droit international et à l'occasion à adapter son régime pénal international, notamment dans le domaine de la prévention et de la répression du terrorisme, afin de faire face aux activités ou manifestations les plus dangereuses et aux menaces nouvelles et émergentes, à savoir :

- les attentats terroristes à l'explosif qui représentent environ 60 % des actes de terrorisme international ;
- les actes de terrorisme nucléaire qui constituent des menaces multiformes et dont les conséquences pourraient être désastreuses pour la santé humaine et pour l'environnement ;

¹³ Ratifiée par la Loi n°06/009 du 12 juin 2006 autorisant l'adhésion de la RDC à la Convention internationale pour la répression des attentats terroristes à l'explosif.

¹⁴Ratifiée par la Loi n°05/007 du 12 juin 2006 autorisant la ratification par la RDC de la Convention internationale pour la répression du financement du terrorisme.

¹⁵Ratifiée par la Loi n°06/008 du 12 juin 2006 autorisant la ratification par la RDC de la Convention internationale pour la répression des actes de terrorisme nucléaire.

¹⁶Disponible à l'adresse électronique : https://www.unodc.org/tldb/fr/universal_instruments_list__NEW.html.

¹⁷ Ibidem.

- les actes de financement des actions terroristes, dont le nombre et la gravité sont fonction des ressources financières que les terroristes peuvent obtenir ;
- et les nouveaux types de menaces contre l'aviation civile, dont notamment l'usage d'un aéronef en service dans le but de provoquer la mort ou de causer des dommages corporels graves ou des dégâts graves à des biens ou à l'environnement.

A l'instar des Conventions de lutte contre le terrorisme ratifiées par la RDC avant les attentats du 11 septembre 2001, les cinq instruments suscités comportent, dans les termes précis du droit pénal, des incriminations spécifiques.

Il faut noter que les actes incriminés par les instruments suscités peuvent également être constitués en cas de tentative, de participation à titre complicité, d'organisation, d'ordre donné, ou de contribution. Il convient de noter également que la plupart de ces incriminations accessoires qui peuvent être antérieures ou concomitantes aux incriminations principales, sont consacrées dans un but de prophylaxie sociale. Par conséquent, ils se situent en majeure partie au niveau des délits-obstacles. Ce qui accentue les efforts de prévention des actes terroristes.

Parallèlement, certaines conventions et protocoles existants dans le domaine très vaste de la lutte contre la criminalité ratifiés par la RDC après le 11 septembre renforcent notre système pénal international de lutte contre les actes de terrorisme et de financement du terrorisme. Sans prétendre à l'exhaustivité, nous nous proposons d'offrir un aperçu à la fois synthétique et global des instruments juridiques internationaux pertinents de lutte contre la criminalité, ratifiées par la RDC au lendemain du 11 septembre 2001, susceptibles de s'appliquer aux actes de terrorisme et de financement du terrorisme :

- le Traité de Rome du 17 juillet 1998 portant Statut de la Cour pénale internationale, bien que ce dernier ne comprenne pas les actes de terrorisme parmi les crimes qui relèvent de sa compétence, il n'en demeure pas moins que ces comportements peuvent être qualifiés, au regard de ses articles 7 et 8, soit de crime de guerre soit de crime contre l'humanité et faire dès lors l'objet de sanctions internationales pour ce motif, outre celles déjà disponibles sous d'autres chefs. Il suffit que ces actes de terrorisme soient commis dans le cadre d'une attaque généralisée ou systématique lancée contre toute population civile en application ou dans la poursuite de la politique d'un État ou d'une organisation et en connaissance¹⁸.
- la Convention des NU contre la torture et autres peines ou traitements cruels, inhumains ou dégradants du 10 décembre 1984, dans les cas des atteintes corporelles graves ;
- la Convention des NU contre la criminalité transnationale organisée et ses protocoles additionnels (contre la traite des personnes, contre le trafic illicite de migrants, et contre la fabrication et le trafic d'armes à feu) permettent de façon majeure de prévenir et de réprimer les activités économiques illicites liées au terrorisme, à l'exemple du blanchiment, de la corruption et de la traite des personnes. Les définitions terminologiques que la Convention comporte facilitent la coopération policière et judiciaire de lutte contre le terrorisme à caractère transnational, pour des Etats qui ne sont pas parties à l'un ou l'autre instrument universel de lutte contre le terrorisme ou qui ne sont pas liés par un accord de coopération.
- la Convention des NU contre le trafic illicite de stupéfiants et de substances psychotropes du 20 décembre 1988 et de la Convention des Nations Unies du 14 décembre 2005 contre la corruption, dont les faits visés permettent de prévenir et de réprimer les activités illicites liées au financement du terrorisme. C'est les cas de la soustraction, le détournement ou l'autre usage illicite de biens par un agent public ; le trafic d'influence ; l'abus de fonctions ; l'enrichissement illicite ; la corruption dans le secteur privé ; la soustraction de biens dans le secteur privé ; le blanchiment du produit du crime ; le recel et l'entrave au bon fonctionnement de la justice.

3.2 LES ELEMENTS PENaux DE SOURCE NATIONALE

Au niveau national, le système pénal congolais de lutte contre le terrorisme s'est pertinemment améliorée, tant du point de vue normatif qu'institutionnel.

¹⁸ Cfr KIRSCH P., « *Terrorisme, crimes contre l'humanité et Cour pénale internationale* », disponible à l'adresse <http://www.sos-attentats.org/publications/Kirsh.pdf>. Consulter le 5 janvier 2015.

3.2.1 AU NIVEAU NORMATIF

Tout d'abord, nous assistons à une constitutionnalisation de l'interdiction de l'usage du territoire national à des fins terroristes. En effet, l'alinéa 2 de l'article 53 de la Constitution de la Transition du 5 janvier 2003 consacrait le principe selon lequel aucune portion du territoire national ne pouvait être utilisée comme base de départ des activités subversives ou terroristes dirigées contre tout autre Etat.

Cette mention mineure du terrorisme sera reprise de manière plus explicite par l'alinéa 2 de l'article 52 de la Constitution du 18 février 2006 en ces termes : « *Aucun individu ou groupes d'individus ne peut utiliser une portion du territoire national comme base de départ d'activités subversives ou terroristes contre l'Etat congolais ou tout autre Etat* »¹⁹. Bien que mineure, cette mention du terrorisme au sommet de l'ordonnement juridique permet, il en va sans dire, d'établir la liaison entre le droit national et le droit international²⁰.

Ensuite, le législateur déploie un droit pénal pertinent qui s'inscrit dans le cadre juridique général, et non dans une législation pénale d'exception de lutte contre le terrorisme.

▪ Actes de terrorisme

Le législateur propose dans le cadre de l'article 157 de la loi n°024/2002 du 18 novembre 2002 portant Code pénal militaire une définition normative de l'infraction de terrorisme. Le contenu laisse entrevoir deux types d'infractions terroristes, qui ont pour objets ou valeurs axiologiques les personnes, les biens et l'environnement, eu égard les incriminations : le terrorisme par référence (alinéa 2) et le terrorisme écologique (alinéa 2).

Ces incriminations comprennent des faits infractionnels inspirés du droit national et du droit international. En droit national, le législateur procède essentiellement par référence aux faits punissables de du droit commun (les atteintes volontaires contre la vie d'une personne, ou à l'intégrité physique d'une personne, l'enlèvement ou la séquestration de la personne, les vols, extorsions, le fait de causer des destructions, dégradations et détériorations) et du droit militaire (la fabrication, la détention, le stockage, l'acquisition et la cession des machines, engins meurtriers, explosifs ou autres armes biologiques, toxiques ou de guerre)²¹. Quant aux faits infractionnels inspirés du droit international, il s'agit essentiellement des infractions qui visent à protéger les biens, à savoir : le détournement d'aéronef, de navire ou de tout autre moyen de transports²².

Eu égard les incriminations, tout acte de violence commis dans le but de susciter l'épouvante ou la terreur est un acte terroriste, peu importe les auteurs et peu importe leur motivation. Il suffit qu'il y ait existence d'un lien entre l'acte et une entreprise plus vaste à stratégie terroriste²³. Ainsi, les actions de violence d'une association de malfaiteurs à but lucratif ou d'un mouvement insurrectionnel entrent dans le champ définitionnel du terrorisme dès lors que « *le but immédiat que poursuivent ces diverses sortes de criminels est identique : il est d'imposer la crainte, mieux encore l'intimidation ou la terreur* »²⁴. C'est ainsi que, le terrorisme fut retenu à charge du colonel ALAMBA et de sa bande²⁵ et dans le cas du commandant Gédéon KYUNGU²⁶ dont les motivations ont été respectivement lucratives et politiques.

En vertu de l'article 158 du code pénal militaire, un acte terroriste est punissable de la peine de servitude pénale (l'emprisonnement) de vingt ans s'il n'a pas entraîné mort d'homme. Dans le cas contraire, l'auteur de l'acte terroriste est passible de la peine de mort.

¹⁹ Constitution du 18 février 2006 telle que modifiée par la Loi n° 11/002 du 20 janvier 2011 portant révision de certains articles de la Constitution de la République Démocratique du Congo du 18 février 2006, in *Journal Officiel de la RDC*, 52^{ème} Année, Numéro Spécial, 5 février 2011.

²⁰ CERDA-GUZMAN C., « La constitution : Une arme efficace dans le cadre de la lutte contre le terrorisme », allocution à l'occasion de l'atelier n°8 : « Constitution et terrorisme mondial ».

²¹ MUTATA LUABA, *Droit pénal militaire congolais : Des peines et incriminations de la compétence des juridictions militaires en RD Congo*, Kinshasa : éd. Service de Documentation et d'Etudes du Ministère de la Justice et Garde des Sceaux, 2005, pp.769-770.

²² *Ibidem*.

²³ Cass. Crim., 7 mai 1987, Bull. crim., n°186, *Revue de science criminelle*, 1987.

²⁴ Voy. VITU A., « Le meurtre politique en droit international et extraditionnel », *Étude figurant dans les « Mélanges offerts à Georges Levasseur »*, Paris : éd. Gazette du Palais – Litec, 1992.

²⁵ HCM RP 001/2004 du 5 octobre 2004, M.P. c/Col. Alamba et Consort, inédit.

²⁶ TMG RP 2009 du 6 mars 2009, M.P. c/Cdt KYUNGU MUTANGA Gédéon et consorts.

Le législateur a prévu en parallèle des causes d'exemption ou d'atténuation des peines, simples mesures de politique criminelle qui laissent intactes la criminalité des faits et la responsabilité civile de leur auteur²⁷.

A côté de l'infraction terroriste, le législateur édicte dans le même cadre législatif des délits obstacles à caractère terroriste devant permettre de prévenir les actes de terrorisme à savoir : la non-dénonciation d'un acte de préparation du terrorisme (article 160) et l'apologie du terrorisme (article 206). Quant à la répression sur le plan judiciaire, elle est essentiellement dévolue aux juridictions militaires, sans toutefois obéir à un régime procédural d'exception.

Il faut ajouter à cette liste, sans souci d'exhaustivité, les infractions d'atteintes contre les intérêts de la Nation (articles 126 et s.) et de sabotage (article 133 alinéa 2), ainsi que l'infraction prévue à l'article 203 du Code pénal militaire, à savoir la détention sans titre ni droit des armes ou des munitions de guerre, qui du reste renforce la prévention et la répression des comportements liés au terrorisme.

L'infraction de « sabotage » permet, par exemple, de couvrir les attaques cyberterroristes. En effet, de par la définition authentique du terme, le « sabotage » implique: « *le fait de détruire, de détériorer ou de détourner tout document, matériel, construction, équipement, installation, appareil, dispositif technique ou appareil de traitement automatisé d'informations ou d'y apporter des malfaçons, lorsque ce fait est de nature à porter atteinte aux intérêts fondamentaux de la Nation* ».

La période post-attentat du 11 septembre offre également, dans le contexte des lois issues du droit pénal particulier, un foisonnement d'infractions pénales qui, bien que n'étant pas parfois spécifiques au terrorisme, ont vocation à s'appliquer à la lutte contre le terrorisme. Il s'agit notamment de celles consacrées par la :

- a) Loi-cadre n°013/2002 du 16/10/2002 sur les télécommunications en RDC, dont les dispositions des articles 4, 71 et s. permettent de réprimer les activités terroristes consistant à l'intrusion ou à la perturbation des télécommunications. C'est aussi le cas des procédés cyberterroristes tels que la destruction des matériels ou supports, l'altération des données, l'écoute passive, le vol des matériels, des activités d'intrusion ou de perturbation des télécommunications ;
- b) loi n°017-2002 du 16 octobre 2002 portant dispositions relatives à la protection contre les dangers des rayonnements ionisants et à la protection physique des matières et des installations nucléaires, dont les dispositions des articles 47 et s. permettent de réprimer les activités de terrorisme nucléaire. C'est le cas, à titre illustratif, de l'infraction d'appropriation indue des matières nucléaires, l'infraction de non-dénonciation aux forces de l'ordre ou à l'autorité de réglementation de cas de perte, de vol, de disparition ou de détournement des matières nucléaires ou l'infraction de sabotage des installations nucléaires;
- c) loi n° 09/001 du 10 janvier 2009 portant protection de l'enfant, dont les dispositions des articles 59, 158, 188 visent le fait d'utiliser un enfant dans les différentes formes de criminalité y compris l'espionnage, le fait de lui inculquer le fanatisme et la haine, de l'initier et l'inciter à commettre des actes de violence et *de terreur*.

▪ **Actes de financement du terrorisme**

Les faits de financement du terrorisme et la non-dénonciation des actes tendant à la perpétration des actes constitutifs de financement du terrorisme font l'objet d'une loi particulière adoptée dans le cadre de la lutte contre le blanchiment de capitaux, la corruption et la criminalité organisée. Il s'agit de la loi n°04/06 du 19 Juillet 2004 portant lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme qui s'inspire, tout en respectant les réalités nationales, de normes juridiques internationales²⁸.

Le financement du terrorisme est une infraction autonome formelle. Elle se situe au début de *l'iter criminis*, c'est-à-dire en amont de l'infraction de terrorisme. Il fait partie à l'instar de la dénonciation de la préparation des actes de terrorisme et de l'apologie du terrorisme, (sans toutefois être une incrimination accessoire) des infractions visant à réprimer des comportements susceptibles d'entraîner les actes de terrorisme.

Au regard des caractéristiques que présente cette infraction, à savoir la prévention de la commission d'un ou plusieurs actes terroristes, et de sa corrélation avec les systèmes économiques et financiers des Etats, le législateur entend protéger par cette incrimination les personnes, les biens, l'environnement et l'Etat.

²⁷Lire BOULOC B. et MATSOPOULOU H., *Droit pénal général et procédure pénale*, Paris : 19 éd. Sirey, 2014.

²⁸ NYABIRUNGU mwene SONGA, « *Le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme* », *Exposé au Séminaire de Fin-Consult du 29 au 30 avril 2009*, in *Les Annales de la Faculté de Droit, Kinshasa* : éd. DES, 2012, pp. 404-42.

L'analyse de la loi n°04/06 du 19 Juillet 2004 a permis de mettre à nue d'importantes innovations notamment du point de vue :

- a) du régime de la responsabilité pénale avec la consécration du principe du cumul de responsabilité lorsque l'infraction est commise pour le compte ou au bénéfice d'une personne morale,
- b) des techniques d'enquête modernes caractérisées par l'usage des TIC tels que des dispositifs techniques de captation de données informatiques qui favorisent une approche proactive de la lutte contre le financement du terrorisme, et par ricochet celle du terrorisme ;
- c) des règles de coopération pénale internationale impliquant le juge et respectueuses des droits de l'homme et des libertés fondamentales.

En outre, il convient de noter que la loi du 19.07.2004 prévoit des mesures répressives à titre principal et complémentaire consistant à l'emprisonnement, l'amende pénale et la confiscation des biens considérés comme instruments ou produits de l'infraction. Les actes susceptibles d'être interprétés comme constitutifs de financement du terrorisme, commis par les fonctionnaires compétents dans le seul but d'obtenir des éléments de preuve relatifs à une infraction de financement du terrorisme sont légalement excusés. A condition que ces opérations aient été préalablement autorisées par l'autorité judiciaire compétente (article 26).

▪ Droit procédural

La loi n° 024/2002 du 18 novembre 2002 portant code pénal militaire permet aux juridictions militaires de poursuivre toutes les activités criminelles liées au terrorisme. En effet, le principe fondamental est que les juridictions militaires connaissent de tous les actes criminels commis sur l'espace national, à savoir le territoire de la RDC, les espaces maritime et aérien qui lui sont liés, punissables en vertu du Code pénal militaire.

Il en est de même lorsqu'il existe un élément de connexion nationale prévu par la loi. C'est le cas lorsqu'un acte caractérisant l'un des éléments constitutifs de l'infraction a été accompli en RDC, lorsque les infractions sont commises à bord des navires battant pavillon congolaise, ou à l'encontre de tels navires, en quelque lieu qu'ils se trouvent. C'est le cas également lorsque les infractions sont commises à bord des aéronefs immatriculés en RDC, ou à l'encontre de tels aéronefs en quelque lieu qu'ils se trouvent²⁹.

Enfin, la loi pénale congolaise s'applique aux infractions commises à l'étranger, indépendamment de la législation du lieu de commission. En effet, aux termes de l'article 100 du Code judiciaire militaire, les juridictions militaires sont compétentes à l'égard de quiconque s'est rendu auteur, co-auteur ou complice des faits de leur compétence commis à l'étranger.

Le droit pénal processuel congolais post-11 septembre 2001 ne contient aucune disposition spéciale pour la poursuite des personnes soupçonnées d'actes terroristes ou des infractions connexes. Ceci implique, sur le plan juridique, qu'il n'y a aucune différence entre les poursuites pénales basées sur des soupçons d'actes criminels liés au terrorisme et les poursuites basées sur des soupçons d'autres actes criminels.

Par conséquent, toutes les dispositions de procédure pénale qui s'appliquent aux autres suspects avant et pendant un procès devant les juridictions militaires s'appliquent aussi aux personnes soupçonnées d'actes criminels liés au terrorisme.

3.2.2 AU NIVEAU DU CADRE INSTITUTIONNEL

La période post-attentat du 11 septembre offre un cadre institutionnel pertinent. En effet, en raison de son caractère transversal, la lutte contre les actes de terrorisme et le financement du terrorisme s'appuie sur la mobilisation de tous les organismes gouvernementaux, au sein desquels on trouve ceux institués spécifiquement pour connaître de la question du terrorisme, du financement du terrorisme et des faits connexes.

Ces derniers comprennent le Comité national de coordination de la lutte contre le terrorisme international (CNCLT), la Cellule nationale des renseignements financiers (CENAREF), le Comité consultatif de lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme (COLUB) et le Fonds de lutte contre le crime organisé (FOLUCCO).

²⁹ Articles 96 et s. de la loi n° 024/2002 du 18 novembre 2002.

Le CNCLT a été créé par le Décret n°070/2001 du 26 décembre 2001. Il a pour mission de délibérer sur tous les problèmes liés au terrorisme international; de coordonner la mise en œuvre des conventions internationales relatives au terrorisme; d'arrêter, coordonner et mettre en œuvre toutes les stratégies et mesures nationales nécessaires à la lutte contre le terrorisme international, à la prévention et à la répression; et de collaborer étroitement avec les puissances étrangères et les organisations internationales pour prévenir et réprimer les actes de terrorisme, notamment par une coopération accrue et l'application intégrale des conventions internationales susvisées.

La CENAREF est un service public à caractère administratif et technique qui a un rôle quasi central dans la prévention et la détection du financement du terrorisme et du blanchiment de capitaux. La CENAREF a pour mission de recueillir et de traiter les renseignements financiers sur les circuits de blanchiment de capitaux et de financement du terrorisme en RDC. Elle est dotée de la personnalité morale, de l'autonomie financière et elle est indépendante, placée sous la tutelle du Ministre des finances. Elle a son siège à Kinshasa, mais elle peut établir des agences et bureaux sur l'ensemble du territoire national. Elle comprend un Conseil de neuf membres, en charge principalement des questions budgétaires et organisationnelles. Notons que les membres du personnel de la Cellule ont qualité d'agents et d'officiers de police judiciaire.

Le FOLUCCO a été mis sur pied par le Décret n°05/22 du 24 novembre 2008. Le Fonds finance l'organisation et le fonctionnement des structures chargées de lutter contre le crime organisé, la formation des agents publics en charge de lutter contre cette criminalité, et les études et analyses des techniques de blanchiment de capitaux et de financement du terrorisme ayant été repérées sur le territoire national. Le FOLUCCO est alimenté par les avoirs issus des confiscations, y compris ceux issus des activités de blanchiment et de financement du terrorisme, dévolues à l'Etat³⁰. Les ressources du fonds sont logées dans un compte ouvert en livres de la BCC par le Ministre des Finances à la demande de celui de la Justice.

Le COLUB a été institué par le Décret n°05/21 du 24 novembre 2008. Il assiste le gouvernement dans l'élaboration de la politique nationale de lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme. Pour ce faire, il propose des mesures visant à optimiser la stratégie et le dispositif national de lutte contre lesdits fléaux, mettre en œuvre au mieux les recommandations des instances internationales, assurer une meilleure connaissance du dispositif aux services publics et professions impliqués dans la lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme.

A côté de ces organismes, il y a également le rôle non moins important des personnes physiques et morales qui, dans le cadre de leur profession, réalisent, contrôlent ou conseillent des opérations entraînant des dépôts, des échanges, des placements, des conversions ou tous autres mouvements de capitaux. Il s'agit donc des professions susceptibles d'être utilisées par des délinquants pour des opérations de blanchiment ou de financement du terrorisme.

L'article 4 de la loi du 14 juillet 2004 désigne explicitement et particulièrement les personnes physiques et morales privées financières ci-après :

- a) Les établissements de crédit, messageries financières, compagnies financières, institutions de micro-finance, bureaux de change, entreprises d'assurance, intermédiaires en assurance ou réassurance, entreprises de leasing et autres intermédiaires financiers;
- b) les services comptes chèques et mandats postaux;
- c) les bourses de valeurs mobilières, sociétés de bourses, intermédiaires en opérations de bourse, sociétés de gestion du patrimoine, entreprises offrant des services d'investissement et organismes de placement collectif en valeurs mobilières.

Ces acteurs privés concourent de manière importante à la répression des actes de financement du terrorisme ou de blanchiment par la mise œuvre de l'obligation de vigilance à l'égard de la clientèle, de l'obligation d'organisation interne adéquate³¹ et de l'obligation de déclaration de soupçon auprès des autorités de poursuite pénale compétentes.

L'obligation de vigilance implique la surveillance particulière des opérations et de la clientèle (notamment celle dont le courrier est domicilié chez un tiers ou qui change d'adresse fréquemment) de manière à identifier les opérations atypiques³²,

³⁰ Article 3 du Décret n°05/22 du 24 novembre 2008. Voy. également les articles 50 et s. de la loi du 19 juillet 2004.

³¹ Cfr article 14 de la loi du 19 juillet 2004 et à l'Instruction n°15 (modification n°2) de la Banque centrale du Congo concernant les Normes relatives à la lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme.

³² Aux termes de l'article 15 de l'Instruction n°15 (modification n°2) de la Banque centrale du Congo concernant les Normes relatives à la lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme, constitue une « opération atypique », un virement ou un transfert de fonds reçu au profit d'un client et pour lequel les renseignements exacts et utiles relatifs au donneur d'ordre font défaut.

et à s'assurer que les opérations et les avoirs qui leur sont confiés par les personnes avec lesquelles ils entretiennent une relation d'affaires sont en rapport avec leurs activités économiques et leur patrimoine.

Pour garantir l'effectivité de la mise en œuvre du mécanisme de prévention et de détection des faits de blanchiment ou de financement du terrorisme, le législateur a fait le choix de limiter cette obligation de silence, qui du reste risque de servir les intérêts des criminels et contribuer considérablement au succès de leurs opérations. Ainsi, le législateur écarte le secret professionnel comme motif de refus pour les professions assujetties à coopérer à une enquête y relative ou de procéder aux déclarations de soupçon. En contrepartie, il consacre une exemption de responsabilité, tant civile que pénale, pour les personnes ou les dirigeants et préposés des organismes assujettis en cas de déclaration de soupçon, à condition qu'elle soit faite de bonne foi, même dans l'hypothèse où les enquêtes ou les décisions judiciaires n'ont donné lieu à aucune condamnation³³.

4 CONCLUSION

En somme, l'étude de « *l'évolution du système pénal congolais de lutte contre le terrorisme au lendemain du 11 septembre 2001* » renseigne que face aux défis du terrorisme, la RDC s'est efforcée avant et au lendemain du 11 septembre 2001 de se munir d'un système pénal devant permettre la prévention, la répression et la gestion des retombées des activités en relation avec le terrorisme.

Avant la situation du 11 septembre 2001, le droit pénal congolais de lutte contre le terrorisme comprend une législation pénale qui, bien que ne comportant pas des normes spécifiques au terrorisme, comprend des dispositifs pertinents à même de prévenir et de réprimer les activités liées au terrorisme. Cependant, puisque les activités terroristes sont réprimées sans que le mobile ou but terroriste du délinquant ne soit pris en compte, le droit pénal de lutte contre le terrorisme avant le 11 septembre, à la faiblesse de ne pas tenir compte de la gravité qui caractérise spécifiquement les actes de terrorisme.

Mais à la suite des attaques du 11 septembre 2001, le système pénal congolais de lutte contre le terrorisme s'est nettement amélioré. D'abord, l'interdiction des activités liées au terrorisme sur le territoire national est constitutionnellement consacrée. Ensuite, le législateur déploie un droit pénal pertinent qui s'inscrit dans le cadre juridique général, et non dans une législation pénale d'exception de lutte contre le terrorisme. Les actes de terrorisme et les comportements susceptibles de les entraîner sont incriminés et réprimés dans le cadre du droit pénal militaire. Quant aux questions liées aux faits de financement du terrorisme, concomitamment aux faits de blanchiment de capitaux, font l'objet d'une législation particulière adoptée dans le cadre de la lutte contre la criminalité organisée.

En dépit de la dynamique, l'état du système pénal congolais de lutte contre le terrorisme renseigne des limites majeures, qui laissent entrevoir des perspectives d'amélioration. Par exemple, nous pensons qu'il convient de transférer les infractions terroristes telles prévues par la loi n°024-2002 du 18 novembre 2002 portant Code pénal militaire dans le décret du 30 janvier 1940 portant Code pénal congolais. A l'occasion, il convient d'affirmer certaines principes et options par dérogation au droit commun, en vue d'assurer la répression de ces infractions.

Il faut donc un droit spécialisé inscrit dans la législation pénale ordinaire qui devra permettre l'application efficace des Conventions et Protocoles universels de nature pénale de lutte contre le terrorisme par les Agences pénales nationales et qui ne limitera pas son appréhension à la seule répression des manifestations du terrorisme, mais d'avantage dirigé vers une anticipation des actes terroristes.

³³ Articles 27 et s. de la loi du 19 juillet 2004.

REFERENCES

- [1] BOULOC B. et MATSOPOULOU H., *Droit pénal général et procédure pénale*, Paris : 19 éd. Sirey, 2014.
- [2] CARTIER M-E., *Le terrorisme dans le nouveau code pénal français*, R.S.C., 1995.
- [3] CERDA-GUZMAN C., « *La constitution : Une arme efficace dans le cadre de la lutte contre le terrorisme* », allocution à l'occasion de l'atelier n°8 : « Constitution et terrorisme mondial ».
- [4] CHALIAND G. et al. (dir.), *Les stratégies du terrorisme*, Paris : éd. Desclée de Brouwer, 2002.
- [5] CRUET, J., *La vie du droit et l'impuissance des lois*, Paris : Flammarion, 1908.
- [6] DAVID E., *Eléments de droit pénal international et européen*, Bruxelles : 2éd. Bruylant, 2009.
- [7] GLISSEN J., « *Histoire comparée du droit* », L'expérience de la société Jean Bodin.
- [8] KIRSCH P., « *Terrorisme, crimes contre l'humanité et Cour pénale internationale* », disponible à l'adresse <https://www.sos-attentats.org/publications/Kirsh.pdf>.
- [9] MUTATA LUABA, *Droit pénal militaire congolais : Des peines et incriminations de la compétence des juridictions militaires en RD Congo*, Kinshasa : éd. Service de Documentation et d'Etudes du Ministère de la Justice et Garde des Sceaux, 2005.
- [10] NACOS B. L., *Médias et terrorisme : Du rôle central des médias dans le terrorisme et le contre-terrorisme*, Paris : éd. Nouveaux Horizons-ARS, 2005.
- [11] NYABIRUNGU mwene SONGA, « *Le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme* », Exposé au Séminaire de Fin-Consult du 29 au 30 avril 2009, in *Les Annales de la Faculté de Droit*, Kinshasa : éd. DES, 2012.
- [12] SASSÒLI M. et ROUILLARD L., « *La définition du terrorisme et le droit international humanitaire* », in *Revue québécoise de droit international* (Hors-série), 2007.

Bandwidth Analysis and Optimization of 4 shaped Microstrip Patch Antenna with Artificial Neural Network

Pritam Singha Roy¹ and Samik Chakraborty²

¹Department of Electronics,
Govt. College of Engineering & Textile Technology,
Berhampore, West Bengal, India

²Department of Electronics & Communication Engineering,
Indian Maritime University,
Kolkata, West Bengal, India

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

ABSTRACT: In this paper an artificial neural network optimization technique and models is used for analysis the bandwidth of Microstrip antenna. The 4 shaped Microstrip patch antenna designed and use operating frequency 6.83 GHz to analysis the bandwidth of antenna. Artificial neural network models used and varying the different parameters of Microstrip antenna to measure the bandwidth and its results is compared with artificial neural network results. The most common dielectric substrate Polyethylene =2.25. ANN is vey suited for analysis the proposed antenna and gives more easy calculation and design of microstrip patch antenna.

KEYWORDS: Microstrip Slot antenna; Simulation; Return loss; Bandwidth; Artificial neural network.

1 INTRODUCTION

Due to their many attractive features, Microstrip antenna has drawn the attention of researchers over the past work.

However, in recent year, researchers have offered various new Microstrip patch design to enhance the bandwidth of the Microstrip antenna [1]. This antenna is small in size, cost effective. In spite of all these advantages this antenna has some disadvantages also like narrow bandwidth and gain, poor polarization etc. For enhancing the bandwidth and gain many methods are used like using various patch shape[2],[3],[6],[7], varying patch size, changing substrate thickness, using different dielectric substrate[4], using array configuration and stack configuration[4],[5] etc. The microstrip patch antenna has been used in many wireless applications due to its various advantages such as light weight, low profile, easy fabrication and low cost. Therefore, this problem has been addressed by researchers and many configurations have been proposed for band width enhancement. Artificial Neural Network are developed for characterizing the 4 shaped patch antenna with multi band frequencies. ANN models is more accurate than other nonlinear models and provides more advantages[8-10] .Here the trained ANN data is used to find the different antenna characteristics by varying the structural input parameters of proposed antenna..The novelty of the work described here is that optimized the important characteristics, namely, resonant frequency, return loss, bandwidth and gain. In proposed work the multilayer back propagation is used to optimize the antenna structure as well as the antenna characteristics.

2 ANTENNA GEOMETRY AND DESIGN

In this paper the basic proposed structure is shown in Figure 1. Antenna is design using operating frequency $f_r=6.83$ GHz, height $h= 3.17$ mm, Polyethylene dielectric substrate $\epsilon_r = 2.25$ and tangent $\tan\delta= 0.0013$.The different characteristics are return loss, VSWR, Gain and bandwidth are investigatd .These parameters are calculated by simulation software IE3D .

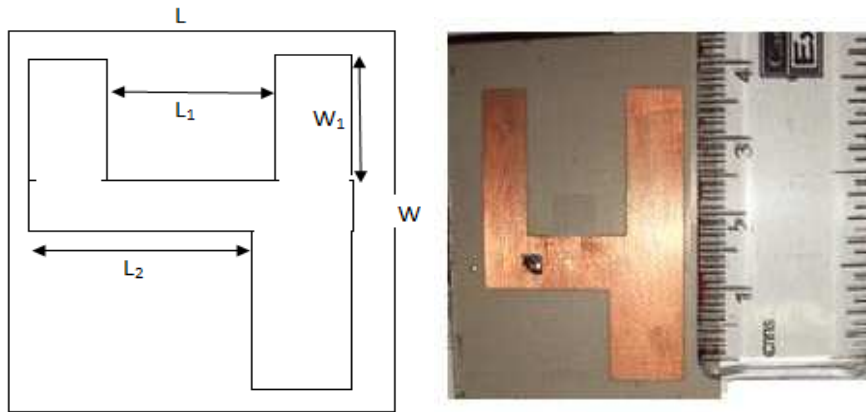


Figure 1. Geometry of the proposed antenna.

The patch has the dimension of 26 mm × 34 mm.Two rectangular slots are cut from the patch and obtained a 4- shaped slotted microstrip patch which is mounted over the ground plane $L_g \times W_g = 45$ mm × 53mm, shown in Fig 1.The coaxial probe feed of radius is 0.6 mm and feed of $(x=-6)$ with respect to the centre (0,0). The parameters value for proposed antenna is shown Table1.

For a given resonance frequency (f) and dielectric substrate (ϵ_r) the parameters of proposed antenna are expressed as follows:

$$W = \frac{c}{2f\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}} \tag{1}$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \tag{2}$$

Where e_{ff} and ΔL are the effective and extended length of patch and expressed as:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{3}$$

$$(\Delta L) = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff}+0.3)\left(\frac{W}{h}+0.264\right)}{(\epsilon_{reff}-0.258)\left(\frac{W}{h}+0.8\right)} \tag{4}$$

ϵ_r is the effective dielectric constant of substrate is expressed as:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[1 + 12\left(\frac{h}{W}\right)\right]^{-\frac{1}{2}} \tag{5}$$

Hence for this design the ground plane length (L_g) and width (W_g) would be given as:

$$L_g = 6h + L \tag{6}$$

$$W_g = 6h + W \tag{7}$$

Where “h” is the thickness of substrate (in mm).

Table 1. Antenna design parameters

S. No.	Parameters	Values
1	h	3.17 mm
2	ϵ_r	2.2
3	W	34 mm
4	L	26 mm
5	L_1	14 mm
6	L_2	17 mm
7	W_1	15 mm

3 IE3D SIMULATED RESULTS

The bandwidth of proposed antenna for different values of length L_1 , width W_1 are calculated by simulation software IE3D which is shown in Table 2.

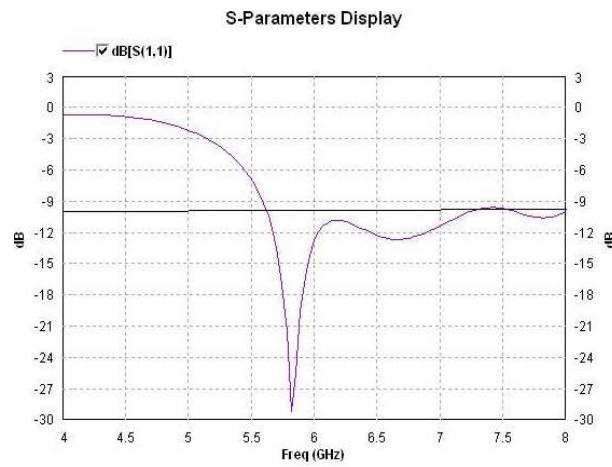


Figure 2. Simulated Return loss vs. Frequency graph

This graph shows the bandwidth 28.17% of proposed antenna covering the frequency range from 5.61GHz to 7.25GHz. This frequency range is most suitable for WLAN/WiMAX and many wireless communication systems. It gives maximum return loss is -28.53 dB at centre frequency 5.82GHz. The simulated current distributions of C-shaped microstrip patch antenna shown in Figure 3. From current distribution characteristics of Figure 3, it is observed that current is equally distributed from the two similar end of proposed antenna.

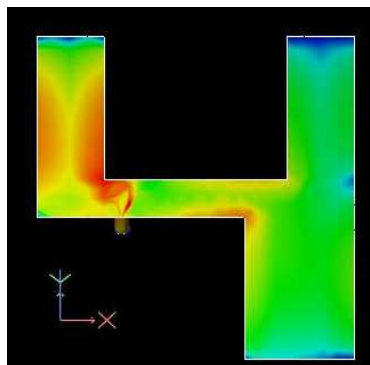


Fig 3. Current distribution pattern of proposed antenna

4 DESIGNING AND ARCHITECTURE OF NEURAL NETWORK

Neural network is consists of input layer,output layer and hidden layers.The architechture of ANN shown in figure 4. The Levenberg-Marquardt to neural network training is discussed in [11,12]. The Levenberg–Marquardt Back Propagation (LMBP) algorithm has been shown to be the fastest method for training moderate sized feed-forward neural networks (a few hundred weights). It also useful for accurate training but some cases the LMBP is produces small amount of mean square errors than other ann algorithms tested. Since the solution of the matrix equation is a built-in function. In order to make sure that the approximated Hessian matrix \mathbf{H} and Jacobian matrix \mathbf{J} can be rewritten as $\mathbf{J}^T\mathbf{J}$ is invertible; Levenberg–Marquardt algorithm introduces another approximation to Hessian matrix:

$$\mathbf{H} \approx \mathbf{J}^T \mathbf{J} + \mu \mathbf{I} \quad (\text{a})$$

Where μ is always positive, called combination coefficient \mathbf{I} is the identity matrix. The update rule of the Gauss–Newton algorithm is presented as

$$\mathbf{W}_{k+1} = \mathbf{W}_k - (\mathbf{J}_k^T \mathbf{J}_k)^{-1} \mathbf{J}_k \mathbf{e}_k \quad (\text{b})$$

By combining Equations (a) and (b), the update rule of Levenberg–Marquardt algorithm can be presented as

$$\mathbf{W}_{k+1} = \mathbf{W}_k - (\mathbf{J}_k^T \mathbf{J}_k + \mu \mathbf{I})^{-1} \mathbf{J}_k \mathbf{e}_k \quad (\text{c})$$

As the combination of the steepest descent algorithm and the Gauss–Newton algorithm, the Levenberg– Marquardt algorithm switches between the two algorithms during the training process. When the combination coefficient μ is very small (nearly zero), Equation (c) is approaching to Equation (b) and Gauss–Newton algorithm is used. When combination coefficient μ is very large, Equation (c) approximates to Equation (a) and the steepest descent method is used.In this neural network architecture consists of two input nodes, one output nodes and four hidden layers (twenty five nodes each layer). Two input variables are L_1 and W_1 .

The training is done by Levenberg–Marquardt algorithm (LM) and epoch 500 as shown in Figure 4. For the analysis of antenna total 46 numbers of different samples parameters are used. Among these 40 data sets designed for training purpose and 6 data sets are used for testing which are not included in the training samples.

5 GENERATION OF TRAINING DATA

Input data set for proposed neural network is generated for optimization by varying the two parameters L_1 and W_1 and get the different values of Bandwidth shown in Table 2. Here the parameters L_1 and W_1 boths are varied with increment of 0.5mm. (-5 to +5).Training and testing data sets are found by varying the antenna parameters L_1 and W_1 which is obtained through IE3D simulation software based on methods of moments(MOM).

Table 2. Input and Target data set found from IE3D

SL No	Input Data		Train Data (IE3D)
	L_1	W_1	(BW %)
1	14	10	26.22
2	14	10.5	24.19
3	14	11	24.12
4	14	11.5	27.15
5	14	12	22.18
6	14	12.5	21.63
7	14	13	27.42
8	14	13.5	22.74
9	14	14	28.10
10	14	14.5	21.28
11	14	15	27.44
12	14	15.5	26.01
13	14	16	22.78
14	14	16.5	20.12
15	14	17	20.63
16	14	17.5	27.21
17	14	18	26.43
18	14	18.5	26.11
19	14	19	26.34
20	14	19.5	27.11
21	10	15	25.25
22	10.5	15	22.13
23	11	15	24.08
24	11.5	15	27.16
25	12	15	25.35
26	12.5	15	27.45
27	13	15	25.90
28	13.5	15	26.28
29	14	15	23.79
30	14.5	15	28.12
31	15	15	28.17
32	15.5	15	24.31
33	16	15	22.12
34	16.5	15	23.41
35	17	15	25.72
36	17.5	15	24.56
37	18	15	24.63
38	18.5	15	25.21
39	19	15	24.89
40	19.5	15	26.21

6 NEURAL NETWORK RESULTS

In Figure 4 shows the training performance of training and test results which are very close to each other. The performance is 0.0036413 which is reached at the end of 500 epochs.

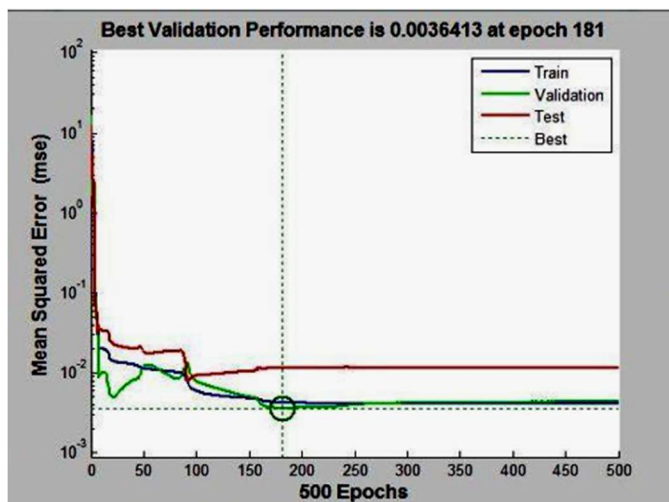


Fig 4. Training performance of ANN model

In this antenna the resonance frequency and Return loss are affected by the following parameters as L_1 W_1 . It is observed that the resonance frequency (f) and bandwidth are increased with increase the value of L_1 shown in Figure 5.

Table 3. Comparison results of IE3D and ANN outputs

SL No	Input Test Data		% BW (IE3D)	% BW (ANN)
	L_1	W_1		
1	14.2	10.5	26.22	25.7621
2	14.8	10.5	24.19	27.0284
3	15.6	14.5	23.82	23.9582
4	16	12.5	21.28	28.2882
5	16.4	14.2	23.07	26.7021
6	12.3	10.8	24.28	23.2035

This Table 3 shows the comparison results of IE3D and ANN. Most of data are very closed each others.

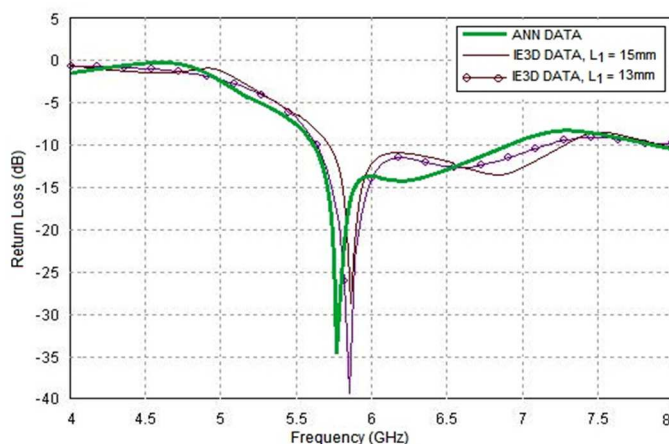


Figure 5. Comparison results of Return loss with variation L_1

Also it is observed that the resonance frequency and bandwidth are decreased with increased the value of W_1 but at same time the return loss is increased when all other parameters in Table 1 are fixed shown in Fig. 6.

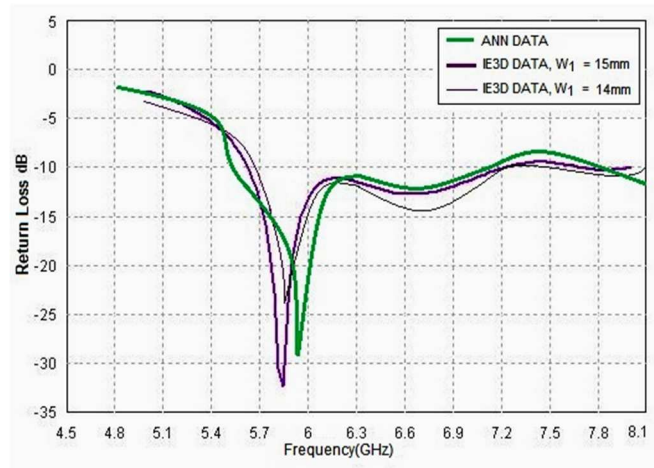


Figure 6. Comparison results of Return loss with variation W

The VSWR of proposed antenna is 1.64 shown in Fig 7.

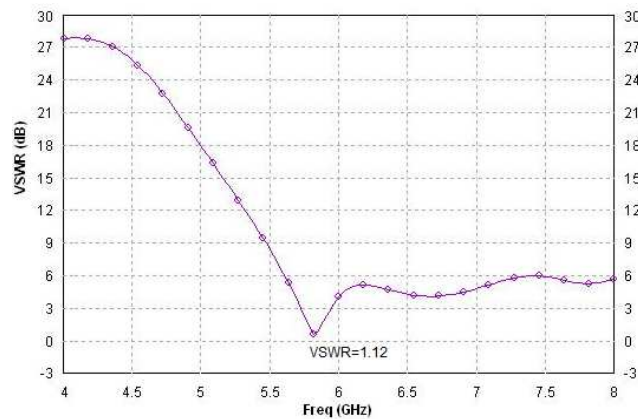


Figure 7. VSWR of proposed antenna (Simulated).

7 CONCLUSION

In this paper analysis for bandwidth of Υ – slotted microstrip patch antenna are achieved with the help of ANN model trained with Levenberg-Marquardt algorithm. The bandwidth of proposed antenna is 28.17 %. The ANN results are closed to the IE3D results. Comparing results of simulated and Levenberg-Marquardt Neural Network outputs are satisfactory for microstrip broad banding, antenna size reduction, stable radiation pattern. These results shows that the ANN is studied successfully for analysis of bandwidth values of Υ – slotted microstrip patch antenna.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors like to acknowledge Jadavpur University, Kolkata, India and West Bengal ,for providing necessary support during this research work.

REFERENCES

- [1] Md. Mahabub Alam, Md. Suaibur Rahman, "A connected E-shape and U-shape Dual band patch Antenna for different wireless applications", International Journal of Scientific & Engineering Research, ISSN 2229-5518, January 2013.
- [2] Karim A. Hamad, "Design and Enhancement Bandwidth Rectangular Patch Antenna using Single Trapezoidal Slot Technique".

- [3] ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN 1819-6608, VOL. 7, NO. 3, p.p.292-297, March 2012.
- [4] Elangovan, G. and J. Rajapaul Perinbam, "Wideband E-Shaped Microstrip Antenna for Wireless Sensor Networks," American
- [5] E. Nishiyama, M. Aikawa and S. Egashira, "Stacked microstrip antenna for wideband and high gain," IEE Proc.-Microw. Antennas Propag., Vol. 151, No. 2, p.p.143-148, April 2004.
- [6] Amit Kumar Gupta, R.K. Prasad and Dr. D.K. Srivastava, "Design and Development of Dual E-shaped Microstrip patch antenna for *bandwidth and gain enhancement*," IJECET, ISSN: 0976-6464, Volume3, Issue3, Oct-Dec 2012.
- [7] B-K Ang and B-K chung, " A Wideband E-shaped Microstrip Patch Antenna for 5-6 GHz Wireless communication, "Progress in Electromagnetics Research, Vol.75, p.p.397-407, 2007.
- [8] Haykin, S., "Neural Networks: A Comprehensive Foundation". Printice-Hall Inc., USA, 1999.
- [9] Chritstodoulou, C. G.; Georgiopoulous, M., "Applications of Neural Networks in Electromagnetics". Artech House, USA,2001.
- [10] Krose , Ben; van der Smagt, P., "An Introduction to Neural Networks". University of Amsterdam, Netherlands, Noverber 1996.
- [11] Patnaik, A.; Mishra, R,K., "ANN Techniques in Microwave Engineering" *IEEE Microwave Magazine*, Vol. 1,No. 1, March 2000, p 55-60.
- [12] Vegni, L.; Toscano, A., "Analysis of Microstrip Antennas Using Neural Networks", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 33, No. 2, March 1997, p. 1414- 1419.

Modélisation de la gouvernance technologique

[The modeling of technological governance]

Majid AJEDDI

Department of management,
University Mohammed V,
Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: In this paper, we study the technological governance dynamic international within a new frame work which extends models used in the literature. The technological governance is now recipient of the technological projects within the new organizations. Which are the rules of technological governance international like its borders? Which are the methods of its quantification? The objective of our research is then to construct a global model of evaluation of the technological governance dynamic by method of physical science. Firstly, we will try to formulate the equation the technological governance. Secondly, we will borrow the model of dynamic Newtonian. In order to be clarified on the evaluation and measure of the technological governance and to find out the variable upon which it depends.

Kinematics and Newtonian dynamics will serve to quantify the technological advance of firm or industry which will make it possible to inform the decision makers about the state of health of their technology and to guide them in their ulterior strategic choices.

KEYWORDS: Governance, Technological Dynamics, Physics, Patents, R&D.

RESUME: L'objectif de cette recherche est donc la construction d'un modèle global d'évaluation de la gouvernance technologique (GT) par deux méthodes de la science physique. Dans un premier temps, nous allons essayer de formuler l'équation de propagation de la gouvernance technologique et de voir aux quelles variables elle dépend le plus, en nous inspirant du modèle de la physique ondulatoire. Dans un second temps, nous emprunterons le modèle de la dynamique physique (la cinématique et la dynamique Newtonienne) pour nous éclairer sur l'évaluation et la mesure de la GT. Cette dernière serve à quantifier l'avance technologique d'une entreprise ou d'une industrie ou d'un pays, afin de guider les décideurs sur l'état de santé de leur technologie, donc de leur survie.

MOTS-CLEFS: Gouvernance, Dynamique technologique, Physique, Brevets, R&D.

"En fait, la dialectique n'est pas autre chose que la science des lois générales du mouvement et du développement de la nature, de la société humaine et de la pensée".

F. Engels¹

¹F.Engels "Anti-dürhing" p.170 éditions sociales , 1973.

1 INTRODUCTION

Nous entendons par gouvernance technologique (GT) l'ensemble des orientations stratégiques (par la diffusion, l'apprentissage et le management des discontinuités technologiques) permettant l'évaluation et le perfectionnement permanent aux niveaux des processus de la recherche et développement, de l'invention, et de l'innovation dont l'objectif est d'améliorer les performances économiques. L'étude du rythme de la gouvernance technologique (GT) a suscité l'intérêt d'un grand nombre d'économistes contemporains (R.Foster (1986), R.M. Henderson Et K.B.Clark, (1990), Gupta et Wilemon (1990), G. Dosi, R.Nelson Et S. Winter (2000), M. Wallace et L .Webber (2011), etc.), par contre manifeste une certaines carences au niveau de sa modélisation.

L'objectif de cet article est la construction d'un nouveau modèle global d'évaluation de la GT par déduction au niveau de deux méthodes de la science physique. Nous allons appliquer un raisonnement hypothético-déductif au niveau de notre approche. Le raisonnement part des dispositions générales de la science physique, connues d'avances, à une situation particulière de la GT au niveau économique. Notre démarche consistera à trouver une déduction simplifiée permettant l'étude de la GT en tant que phénomène physique quantifiable².

Dans un premier temps, nous allons essayer de formuler l'équation de propagation de la gouvernance technologique et de voir aux quelles variables elle dépend le plus, en nous inspirant du modèle de la physique ondulatoire. Dans un second temps, nous emprunterons le modèle de la dynamique physique (la cinématique et la dynamique Newtonienne) pour nous éclairer sur l'évaluation et la mesure de la gouvernance technologique.

2 ESSAI DE FORMULATION DE LA PROPAGATION DE LA GT

Une question s'impose : où faut-il chercher l'origine des idées qui peuvent nous conduire à la mécanique ondulatoire pour expliquer le phénomène de propagation de la gouvernance technologique?

Les développements de la théorie schumpetérienne sont essentiellement basés sur l'hypothèse fondamentale que le progrès économique se propage sous la forme d'onde d'entrepreneurs innovateurs, par un rayonnement, qui se réalise de façon discontinue au niveau de la qualité et de la quantité des inventions.

Le concept de la destruction créatrice chez Schumpeter renferme l'essence de notre explication des ondes technologiques. Exclure l'idée de la destruction créatrice chère à Schumpeter serait rendre impossible, du moins difficile, la compréhension de la gouvernance technologique.

Pour Schumpeter, c'est la mutation du processus industriel "qui révolutionne incessamment de l'intérieur la structure économique, en détruisant continuellement ses éléments vieilliss et en créant continuellement des éléments neufs. Ce processus de Destruction Créatrice constitue la donnée fondamentale du capitalisme: c'est en elle que consiste, en dernière analyse, le capitalisme, et toute entreprise capitaliste doit, bon gré mal gré, s'y adapter."³.

Les ondes ne sont que des fonctions qui se propagent en cascade avec des amplitudes maximales et minimales. Les entreprises se positionnent dans le marché par leur poids technologique (innovations) et voient la valeur de leurs innovations fluctuer en fonction de la concurrence (voir figure 1). Le phénomène de propagation technologique peut s'interpréter grâce au caractère ondulatoire des innovations entre les entreprises.

Un milieu économique⁴ est susceptible de propager graduellement la perturbation produite par une innovation. En physique, ce phénomène est connu sous le terme d'ondes. Ce concept s'est adapté à différents problèmes de physique comme le note M. Alfonso et E.J.Finn⁵ " le physicien a étendu le concept et l'a appliqué à un grand nombre des phénomènes qui ne se ressemblent pas à l'image objective d'une onde à la surface de l'eau mais qui obéissent à la même description mathématique".

²Notre recours au schéma de pensée de la science physique nous a semblé le plus adéquat, vu l'avance de cette science dans l'étude des mouvements et des trajectoires.

³J.A.Schumpeter (1942) "Capitalisme, socialisme et démocratie", traduction française par G.Fain Ed Payot, 1954.,p.164-65.

⁴Ici nous traitons un milieu quasi-favorable à la propagation de l'innovation.

⁵M.Alfonso & E.J.Finn(1970). "Physique générale" Tome II Champs et ondes .Ed du renouveau pedagogique, I N C. Montréal, Paris , p 252 .

Toutes les ondes sont des phénomènes spatio-temporels nombreux et elles varient selon une variable physique F bien définie. Une onde se propage à la vitesse v et se définit par une fonction G^6 de variable $(t - x/v)$.

Ceci se résume par l'équation :

$$F=G(t - x/v)$$

Notre travail consistera à étudier l'équation à laquelle obéit l'onde associée à la dynamique de la gouvernance; l'amplitude de cette onde en un point M quelconque de l'espace économique, qui est naturellement une fonction de ces coordonnées x , y , z et t , tout en supposant que:

- x = le niveau des inventions des produits à étudier.
- y = le nombre d'entreprises concurrentes se situant dans l'espace en question.
- z = les ventes issues des produits incorporant l'innovation concernée.

En un point M de l'axe OX , l'amplitude $F(x, t)$ de l'onde aura une expression identique, sauf un retard θ , mise par l'onde pour aller de O à M . On exprime ce dernier en fonction de la distance parcourue.

$$F(x, t) = a \sin 2\pi v(t - \theta) = a \sin 2\pi(vt - x/\lambda)$$

$$\text{Avec } v=1/T = \omega/2\pi \quad \lambda=2\pi/k \quad \theta/T = x/\lambda$$

- a : représente le niveau de la recherche du domaine à étudier.
- v : étant la fréquence des innovations dans le domaine technologique concerné.
- $t-\theta$: étant le temps de diffusion de la technologie en question.

- On dérive $F(x, t)$ par x

$$\partial F(x, t) / \partial x = -2\pi/\lambda (\cos 2\pi(vt - x/\lambda))$$

$$\partial^2 F(x, t) / \partial x^2 = -4\pi^2 a / \lambda^2 \sin 2\pi(vt - x/\lambda)$$

-On dérive $F(x, t)$ par t

$$\partial F(x, t) / \partial t = 2\pi v a \cos 2\pi(vt - x/\lambda)$$

$$\partial^2 F(x, t) / \partial t^2 = -4\pi^2 v^2 a \sin 2\pi(vt - x/\lambda)$$

la vitesse de propagation de l'onde : $v_0 = \lambda v$

En éliminant $\sin 2\pi(vt - x/\lambda)$ des équations ci-dessus, on obtient l'équation différentielle du second ordre à coefficient constant de propagation de la gouvernance technologique le long de l'axe ox :

$$\partial^2 F / \partial x^2 = (1 / v_0^2) \partial^2 F / \partial t^2$$

La propagation de l'onde associée à notre dimension doit donc satisfaire l'équation:

$$\partial^2 F / \partial x^2 + \partial^2 F / \partial y^2 + \partial^2 F / \partial z^2 = (1 / v_0^2) \partial^2 F / \partial t^2$$

$$\Delta F = (1 / v_0^2) \partial^2 F / \partial t^2$$

ΔF : est un opérateur "Laplacien" de la fonction F .

$$F = a \sin(2\pi vt) \quad \Delta F = \Delta a \sin(2\pi vt), \quad v_0 = \lambda v$$

$$\Delta a + 4(\pi^2 v^2 / v_0^2) a = 0$$

En fin de compte l'équation de propagation de l'onde de la gouvernance technologique dépend uniquement de son amplitude c'est-à-dire du niveau de la recherche scientifique, de sa fréquence et inversement proportionnelle à sa vitesse de

⁶ voir par exemple M.ALFONSO&E.J.FINN "Physique générale", op.cit 1970, p 255.

propagation (plus de propagation de l'innovation plus d'imitateurs moins de revenue pour l'innovateur). Ces dernières sont étroitement liées au degré du management de la technologie. Onde et relativité est un couple inséparable dans la physique, de même pour l'onde de l'innovation technologique; la propagation de l'onde technologique à un effet consécutif sur le comportement innovateur des autres agents économiques: soit elle l'amplifie, soit elle le démunie, soit enfin elle l'annule.

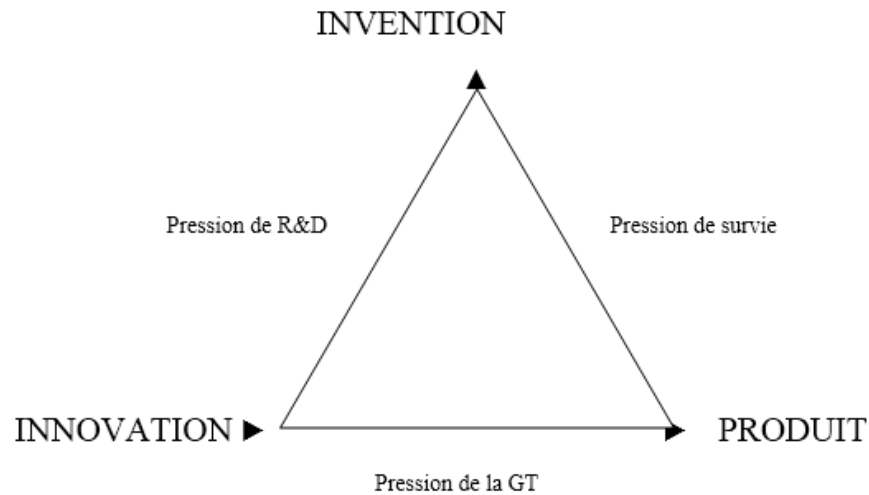


Figure 1: Les caractéristiques de l'onde des innovations technologiques

Par nos soins

3 LA DYNAMIQUE DE LA GOUVERNANCE TECHNOLOGIQUE

La maîtrise de la GT est devenue une impérative majeure pour les pays soucieux de leur développement, vu son impact sur l'économie et la société en général, même si son coût est devenu extrêmement élevé pour déboucher sur des inventions remarquables (l'exemple de la NASA pour les États-Unis). Les savoirs et les compétences des pays développés sont pratiquement les mêmes et la supériorité de l'un ou de l'autre ne dure pas longtemps dû à la veille technologique.

Les interactions des champs de la GT se succèdent en une progression considérable et la croissance du nombre des inventions et des innovations sont très importantes d'une année à l'autre grâce aux forces de la R&D et aux pressions du marché et l'assistance des pouvoirs publics de façon directe et indirecte par la veille technologique (voir Fig.2).

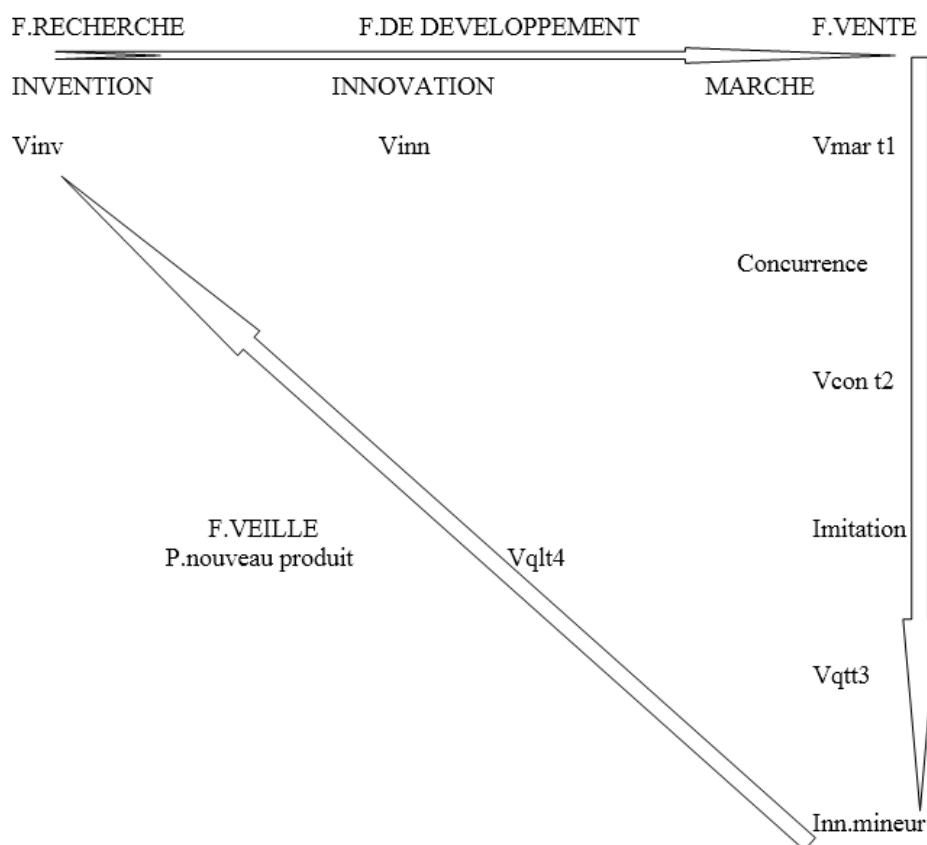


Fig 2 : LES INTERACTIONS DES PHENOTYPES DE LA GT

Par nos soins

Les notations:

F: force, E : effet, P: pression, V_{inv} : la valeur d'invention, V_{inn} : la valeur d'innovation

$V_{mar t1}$: la valeur de la technologie au marché à l'instant t1

$V_{con t2}$: la valeur de la technologie à l'instant t2 issue de la concurrence

$V_{qt t3}$: la valeur de la technologie à l'instant t3 est dictée par la quantité de son offre.

$V_{ql t4}$: à l'instant t4 la démarcation se fait par la qualité suite éventuellement à des innovations mineures.

La dernière étape est celle de la survie de la firme conditionnée par la réalisation d'un nouveau produit, ainsi la boucle des interactions des champs de la gouvernance technologique est bouclée.

On note que: $V_{inv} > V_{inn} > V_{mar t1} > V_{con t2} > V_{qt t3} > V_{ql t4}$.

La conception et la circulation des innovations ne durent pas longtemps, on assiste à une diminution du temps qui sépare l'invention à son introduction dans l'industrie par les interactions des forces de la GT qui sont animés essentiellement par motif de profit et pression de survie des entreprises (voir figure 3). On assiste à une nouvelle ère de transport d'informations technologiques notamment par la veille technologique, leur répercussion aura un effet de boule de neige sur la GT par interaction directe et indirecte.

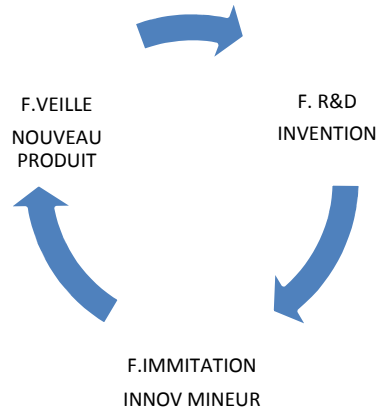


Fig 3 : LES INTERACTIONS DES GENOTYPES DE LA GT

La dynamique de la gouvernance technologique est une donnée spatio-temporelle et ses phénotypes (fig.2) et génotypes (fig.3) sont bien déterminés chez les pays développés, ce qui nous permet de l'approcher au niveau de la science physique.

Dans cette perspective, nous pouvons faire référence à M.Faber et J.L.Proops (1991, p 58-59) qui considèrent que la physique est entièrement concernée par l'évolution des phénotypes, ce qui explique son succès et l'intérêt que d'autres disciplines lui portent en adoptant ses modèles. Le parallélisme que nous allons adopter entre la dynamique physique et la dynamique de la gouvernance technologique peut être considéré avec toute l'attention que mérite un nouveau modèle qui essaie de présenter la voie scientifique dans le domaine économique. Nous allons emprunter la dynamique de l'accélération dans la science physique dans ce qui suit, puis l'appliquer à la technologie.

C'est en mécanique que s'effectue la rencontre des mathématiques et de la réalité de la dynamique physique. C'est par l'étude de la mécanique que les physiciens apprennent à schématiser des phénomènes réels et à fournir des descriptions théoriques des mouvements. Pour cette raison, nous allons uniquement faire appel à la mécanique classique, vu d'une part, la difficulté à saisir la mécanique relativiste et à trouver une corrélation quantifiable entre les variables quantiques et économiques, et d'autre part la carence des statistiques entrant dans le modèle quantique de la gouvernance technologique qui constitue elles aussi un véritable frein face à une telle démarche.

3.1 L'APPROCHE DE LA GT PAR LA CINEMATIQUE DES BREVETS:

Nombreux sont les économistes qui ont été intéressés par l'étude statistique dont Schmookler(1966) l'un des plus célèbres pour avoir étudié les différents secteurs (industrie pétrolière, chemin de fer, construction,...). L'analyse des Brevets en tant que moyen d'évaluation des innovations est très révélatrice dans la littérature de l'innovation, à ce sujet Z.Griliches (1990) a exploré la question de la validité du nombre de brevet comme mesure de l'innovation par des méthodes économétriques, il a trouvé des résultats satisfaisants. La préoccupation des pouvoirs politiques et des gestionnaires des pays développés est de promouvoir et d'améliorer leur position par rapport à d'autres concurrents (P.Grindley et D.Teece (1997)). Le brevet offre à son détenteur le privilège de monopoliser une durée limitée dans le temps, et lui permet d'avoir une rémunération conséquente. L'ampleur de cette rémunération est fonction de l'exploitation industrielle et de la grande utilité sociale de cette invention⁷. Pour M.Wesley Cohen, R.Richard Nelson and John P. Walsh (2000), les sociétés semblent employer leurs brevets généralement pour bloquer le développement des produits de remplacement par des rivaux, tandis que dans les industries à caractères complexes (l'équipement de télécommunications ou les semi-conducteurs, etc.) les brevets sont beaucoup plus employés pour forcer les concurrents dans des négociations.

La cinématique nous permet d'apprécier l'état de la vitesse technologique d'un pays ou d'un secteur technologique donné, sans qu'elle ne s'attarde sur les forces qui influent sur cette vitesse technologique. Ce qui compte c'est uniquement les outputs (résultats) de la GT, en se basant sur une seule référence: les brevets, compte tenu de l'importance de leur rôle dans le

⁷L'exemple de la carte à puce inventée par R.MORENO vue sa grande utilité sociale.

développement économique et de leur contribution dans l'accélération technologique. Et en les reportant sur une unité temporelle.

Avec $\gamma_t = B_t - B_{t-1} / t - t_0$.

Avec B_t niveau de dépôt de brevets à l'instant t

γ_t la gouvernance technologique par la cinématique l'instant t

Tableau 1: La dynamique de la GT par la cinématique des brevets

1995	2010	Υ
Japon: 25.4%	Japon: 24.5%	-0,9
Etats-Unis d'Amérique: 23.6%	Etats-Unis d'Amérique: 24.2%	0,6
Chine: 0.8%	Chine: 14.9%	14,1
République de Corée: 2.9%	République de Corée: 7.6%	4,7
Office européen de brevets: 9.7%	Office européen de brevets: 6.4%	-3,3
Le reste du monde: 37.6%	Le reste du monde: 22.5%	-15,1

OMPI Statistics Database

Le champ de la gouvernance technologique se manifeste avec rigueur dans les pays les plus développés, en l'occurrence les Européens, Japon, les États-Unis d'Amérique et les pays émergents notamment la Chine etc. Les positions technologiques de ces pays peuvent être évaluées par une étude du nombre des demandes de dépôt de brevet.

D'après le tableau 1 ci-dessus on constate que la Chine a la dynamique de la gouvernance technologique au niveau des brevets (durant la période de 1995 jusqu'à 2010) la plus efficace suivie par la République de Corée. On remarque que les États-Unis d'Amérique et du Japon leur dynamique de GT est quasi stagnante avec un léger avantage pour USA. Ce qui laisse penser que la Chine si elle garde la même cadence de dépôt de brevets, elle pourrait même devancer les parts de dépôts de brevets des États-Unis d'Amérique et du Japon dans un avenir proche.

Tab2: Les Dépôts des micro-organismes par pays (2001-2011)

Pays	Avant 2001	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total 01 to 2011	Total Global
Bulgarie	806	40	26	6	7	5	59	7	6	12	18	6	192	998
Canada	23	48	33	42	56	31	30	50	51	18	20	14	393	416
Chine	1 811	214	262	332	340	497	529	621	887	1 120	1 473	1 775	8 050	9 861
France	2 000	161	201	197	200	202	163	196	217	164	145	172	2 018	4 018
Allemagne	4 436	371	223	179	254	219	282	235	229	219	278	237	2 726	7 162
Inde			1	22	50	73	66	34	41	23	65		375	375
Japon	7 409	421	425	323	294	278	300	222	180	181	170	205	2 999	10 408
Hollande	821	47	25	15	26	10	45	30	49	27	31	13	318	1 139
République de Corée	1 197	398	382	282	238	245	288	304	282	270	358	380	3 427	4 671
Russie	171	21	13	38	10	9	8	4	4	8	13	9	137	308
Espagne	297	36	55	33	25	27	30	44	76	64	46	46	482	777
Royaume unie	2 760	134	87	143	196	150	124	110	129	116	134	157	1 480	4 240
Etats-Unis d'Amérique	21 189	1 216	1 016	926	849	861	839	769	832	926	991	775	10 000	31 189

Source statistiques: OMPI.

Concernant la GT au niveau des micro-organismes par exemple, la Chine est le pays le plus dynamique au niveau de la gouvernance, on remarque d'après les statistiques de l'office mondiale de la propriété intellectuelle (Genève), la Chine a la dynamique la plus efficace durant la période 2001-2011 (8050 dépôt), même si les États-Unis d'Amérique dépasse la Chine par un total durant la période 2001-2011 avec 10000 dépôt, mais la Chine a la croissance la plus rapide des dépôts des micro-organismes au monde; à partir 2008 la Chine commence à prendre plus de distance vis-à-vis des États-Unis d'Amérique, la Chine est suivie de loin par la Corée du Sud (3427 dépôt), qui devance même le Japon (2999 dépôt). Comme le montre le tableau 2 ci-dessus.

3.2 L'APPROCHE DE LA GT PAR LA MECANIQUE CLASSIQUE:

A ce niveau, nous allons recourir à la méthode d'analyse input-output, analyse entrées-sorties. Cette méthode doit sa paternité intellectuelle au tableau économique de F.Quesnay et était développé par W.Leontief (1951). Il s'agissait de mettre en évidence les interdépendances entre les flux des activités de tous les secteurs productifs de l'économie, de sorte que la somme des sorties soit égale à celle des entrées.

Pour mener à bien notre modélisation, dans un premier temps, nous allons faire appel aux analyses des économistes qui ont essayé de modéliser les innovations technologiques pour ressortir les inputs et outputs de la gouvernance technologique, et enfin nous allons approcher la dynamique de la gouvernance technologique par la mécanique classique.

La compréhension des causes déterminantes de la R&D est essentielle car son rôle central dans la croissance de la productivité est incontestable. Les brevets sont censés fournir un stimulus important au R&D. L'étude de Arora, Ceccagnoli et Cohen (2003) a analysé l'impact systématique du brevetage et sur l'investissement en R&D tout en identifiant explicitement que le R&D et le brevetage de l'un affectent l'autre, et sont tous les deux conduits par plusieurs et même variables. Une augmentation en moyenne de la distribution de la qualité de brevet pour une société typique stimulerait de manière significative sa propre R&D.

Pakes et Schankerman (1986)⁸ ont intégré dans leur analyse la durée de vie de brevet pour estimer la valeur des brevets. Ainsi, le rendement d'un brevet qui a vieilli t années demandé pendant l'année j est donné par l'équation suivante :

$$R_{jt} = R_{jo} \prod_{x=1}^t (1 - B_{jx}) \quad (I)$$

Avec R_{jo} comme étant le rendement initial sur une innovation brevetée à la date d'application j, ce premier rendement c-à-d R_{jo} est censé diminuer géométriquement avec le temps.

Et avec R_{jt} le revenu produit par une demande de brevet de l'année j après t années de protection.

Et B_{jx} représente tous le taux annuel de dissipation du loyer de monopole, cela dépend de l'efficacité de la protection de brevet, et de l'obsolescence de la connaissance incluse dans le brevet.

Une acceptation forte du modèle est que ces rendements sont connus à la date de l'application. Le profit décroissant durant les derniers rendements à plusieurs origines. D'une part, il reflète l'obsolescence croissante des inventions pendant que de nouvelles découvertes sont faites. D'autre part, les concurrents essayeront d'imiter cette innovation ou de développer leurs propres innovations par l'intermédiaire de la connaissance fournie par la révélation de brevet, de sorte que la puissance de monopole de l'inventeur initial diminue avec le temps.

Les indicateurs de l'effort de la GT se présentent au niveau des inputs par:

- 1- Les dépenses de recherche et développement ;
- 2- Les niveaux de diffusion, de l'apprentissage et de veille technologique;

Les indicateurs de l'effort de la GT au niveau des outputs se présentent par:

- 1- Le rendement des brevets déposés ;
- 2- Les niveaux des exportations des technologies émergentes.

Afin que nous puissions formaliser la relation de l'équation de la dynamique technologique, nous supposerons que nous sommes en mesure de connaître à chaque instant les caractéristiques de ses forces, c'est à dire, les brevets et leurs rendements, ainsi que les masses des dépenses de R&D.

La recherche et développement représente donc l'input représentative et quantifiable pour notre modélisation de la GT et au niveau de l'output c'est le rendement des nombres des brevets déposés.

$$\sum \sum B_{ij} R_{ij} = \gamma \sum \sum (R \&D)_{ij}$$

⁸A.Pakes and M.Shankerman. (1986) , " Estimates of the value of patent rights in European countries during the post 1950 period", *The Economic Journal*, December, pp. 1052-1076.

Équation de la dynamique de la gouvernance technologique

Par nos soins

- B_{ij} étant le brevet de l'entreprise ou l'industrie i à une période j .
- R_{ij} étant le rendement du brevet B_{ij} selon l'équation (I) du modèle de Pakes et Shankerman (1986).
- $(R\&D)_{ij}$ étant le montant des dépenses de la recherche - développement de l'industrie ou l'entreprise i à l'instant j .
- γ étant l'accélération de la gouvernance technologique de l'industrie ou l'entreprise i à l'instant étudié.

$$\gamma = \frac{\sum \sum B_{ij} R_{ij}}{\sum \sum (R\&D)_{ij}}$$

Par nos soins

γ permettra de mesurer plus précisément l'intensité du niveau de gouvernance technologique dans une entreprise, dans différentes branches d'activités ou dans l'ensemble de l'économie d'un pays en question.

4 CONCLUSION

Dans cette modélisation nous avons essayé de formuler scientifiquement la dynamique de la GT, en puisant ses sources de l'économie et de la science physique. Dans un premier temps, a été identifiée l'équation à laquelle obéit l'onde de la dynamique de la gouvernance technologique.

Dans un deuxième temps, a été appréhendée la dynamique de la gouvernance technologique par deux méthodes différentes, la cinématique et la dynamique classique. La première, s'intéresse à la gouvernance technologie uniquement au niveau des outputs, par le biais des brevets. La deuxième s'occupe des forces qui régissent la GT aux niveaux des inputs (R&D) et outputs (Brevets) et se propose de donner une méthode d'évaluation du rythme technologique pour donner une échelle de valeur afin d'éclairer les décideurs économiques.

Notre démarche a consisté à trouver une écriture simplifiée permettant l'étude de la GT en tant que phénomène physique, tout en essayant d'éviter les problèmes mathématiques qui risquent de contrecarrer cette tentative. Traduire en termes simples une situation aussi complexe que celle du phénomène de propagation de la GT et de son élément représentatif n'est point une entreprise facile.

Les limites du modèle qui vient d'être présenté se matérialisent en deux points :

Le premier point se focalise sur les carences des statistiques concernant les données de la recherche, il est difficile d'avoir les valeurs statistiques de certaines variables que nous désirons incorporer dans notre modèle qui relève du secrets des entreprises, comme par exemple le rendement des brevets et les parts relatives de la R&D incorporé dans chaque brevet (armes de veille technologique).

Le second se rattache à la méthode de la mécanique classique qui nous semble être un moyen de simplification de la dynamique de la gouvernance technologique par rapport à la mécanique quantique.

En somme, dans notre modélisation les premières étapes et pas d'une tentative de modélisation de la dynamique de la gouvernance technologique ont été franchis pour ouvrir la voie à de futures perfectionnements de ce modèle.

REFERENCES

- [1] Alfonso.M. et Finn.E.J , « Physique générale », Tome II, Champs et ondes, Edition du nouveau pédagogique, I.N.C, Montréal, Paris, 1970.
- [2] Arora.A, Ceccagnoli.M, et Cohen.M.W , "R&D and The Patent Premium", NBER, January, WORKING PAPER, 2003.
- [3] Cohen.W.M, Nelson.R.R and Walsh.J.P, "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)", NBER Working February, Paper No. 7552, 2000.
- [4] Dosi.G, Nelson.R and Winter.S, "The nature and dynamics of organizational capabilities". Oxford University Press: Oxford, 2000.
- [5] Engels.F, « Anti-dürhing », Editions sociales, p 170, 1973.
- [6] Fabers.M & Proops J.L, « Evolution in Biology, Physics, and Economics », in Evolutionary Theories of Economic and Technological Change, SAVIOTTI P.P.& METCALFE. J.S., Harwood academic publishers, 1991.
- [7] Foster.R , " L'innovation : Avantage à l'attaquant", Inter Editions, 1986.

- [8] Grindley.P et Teece.D, "Managing intellectual capital: licensing and cross licensing in semiconductors and electronics",. California Management Review, 39: p 8-41, 1997.
- [9] Griliches.Z , "Patent statistics as economic indicators: a survey", Journal of Economic Literature, Vol. XXVIII, pp. 1661-1707, 1990.
- [10] Henderson.R.M and Clark.K.B , "Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms." Administrative Science Quarterly, 35: 9-30, 1990.
- [11] KGupta.A. and Wilemon.D , "Accelerating the Development of Technology Based New Products", California Management Review, 32 (Winter), 24-67, 1990.
- [12] Leontief. W. , « The Structure of American Economy 1919-1939 », 2nd edition, Oxford University Press, 1951.
- [13] Pakes.A and Shankerman.M, " Estimates of the value of patent rights in European countries during the post 1950 period", The Economic Journal, December, pp. 1052-1076 1986.
- [14] Mees.C.E.K., « The Path of Science », New York, 1946.
- [15] Schmookler J., « Invention and Economics Growth », Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 1966.
- [16] Schumpeter. J.A , « Capitalism, Socialism, and Democracy », traduction française par G.Fain Ed Payot, 1954.
- [17] Wallace. M , Webber. L , «IT Governance: Policies & Procedures», ASPEN PUBLISHERS, 2011.

La monstruosité au féminin pendant le génocide commis contre les Tutsi en 1994 au Rwanda : Un cas unique dans le monde

JUSTINE HITIMANA

Commission Nationale de lutte contre le génocide (CNLG), Kigali, Rwanda

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

ABSTRACT: The 1994 Genocide committed against Tutsi took more than one million victims in only one hundred days. This study deals with Hutu extremist women participation in genocide. These women came from all segments of Rwandan society: teachers, peasant women, young women, students, religious and even mothers. This study analyses the extent of the cruelty committed by Hutu extremist women against the Tutsi during the genocide. These women even killed their children and their families. After the Genocide, several among these Hutu extremist women were guilty of crimes of genocide including sexual abuse against the Tutsi. The findings of this research work highlight the barbarity of Hutu extremist women throughout the 1994 Genocide committed against the Tutsi.

KEYWORDS: Genocide, Tutsi, Hutu, Hutu extremist women.

1 INTRODUCTION

« Ce qui est frappant c'est la participation des femmes. Chacun sait que la violence de guerre ou génocide est un apanage masculin : la barrière du genre est très rigide, dans toutes les sociétés et à peu près à toutes les époques (...). Une transgression très grave, c'est les cas de ces femmes qui ont tué leurs propres enfants parce qu'ils étaient Tutsi. Il n'y a pas d'autres exemples historiques, le Rwanda est un cas unique dans le monde »¹.

Pendant cent jours de tueries au Rwanda, le pays a été entraîné dans une cruauté inimaginable : le génocide a été commis à une échelle épouvantable contre les Tutsi. Plus d'un million de victimes : hommes, femmes et enfants ont été tués par des extrémistes Hutu. Selon les statistiques, *« un taux d'exécution a été quatre fois supérieur à celui enregistré au plus fort de l'holocauste nazi. Ainsi donc, la concentration des tueries donnent le sinistre illustration de constituer les tueries les plus féroce de l'Histoire: les trois quarts de la population tutsi ont été exterminés »².*

Pour atteindre un nombre si élevé de victime, il a fallu la participation d'un nombre considérable des hommes, des femmes et des jeunes filles dans le génocide. Parmi les auteurs de ces crimes, l'on trouve des soldats, des gendarmes, des politiciens, des *Interahamwe* et des citoyens ordinaires. Mais ce qui est plus absurde, parmi ces groupes des criminels génocidaires, on trouve le genre féminin : les femmes et les jeunes filles. Ce faisant, Tosato I. raconte, *« les tueries n'auraient jamais fait autant de victimes si les tueurs n'avaient pas impliqué une partie aussi grande que possible de la population des hommes, des femmes mais aussi des enfants âgés seulement de huit ans »³.* Selon l'histoire, la violence de guerre c'est l'apanage des hommes, mais un tel cas s'est révélé au Rwanda pendant le génocide commis contre les Tutsi où les femmes Hutu extrémistes ont vivement

¹. R. Verdier et all., *Rwanda. Un génocide du XXe siècle*, Paris, l'Harmattan, 1995, p.55

². <http://www.courrierinternational.com/article/2002/11/14/pauline-nyiramasuhuko-la-barbarie-au-feminin>, 16/10/2016

³. Tosato I, *op.cit.*, 2016, p.15

participé. Selon Gulaid « *Parmi les représentants locaux du gouvernement qui organisaient les tueries, (...), des femmes étaient au nombre des plus cruels* »⁴.

En général, pendant le génocide, les bourreaux étaient souvent des hommes et des femmes des victimes. Mais pour le cas du génocide commis contre les Tutsi, les femmes n'étaient pas seulement des victimes par contre il y a eu des génocidaires. En fait, certaines femmes extrémistes Hutu instruites dont des enseignantes, des fonctionnaires et des infirmières ont dressé des listes des Tutsi à tuer et les ont donnés aux soldats, aux milices et aux représentants locaux du gouvernement organisant les tueries, même des femmes ordinaires ont aussi commis ce genre de crime en identifiant les Tutsi pour qu'ils soient tués ou participés directement aux tueries. Ces femmes ont aussi ordonnés le viol des autres femmes Tutsi⁵. **Ce phénomène de violences menées par des femmes contre d'autres femmes ne semble pas s'être produit dans d'autres situations similaires, c'est pourquoi ce cas unique dans le monde mérite une étude plus approfondie**⁶.

Les femmes extrémistes Hutu ont participé pendant le génocide aux tueries multiples dans les rangs de machine à tuer à savoir l'armée, la gendarmerie et la milice entraînée, les *Interahamwe*. Elles ont fourni l'essence avec laquelle étaient brûlés vifs soit certaines familles Tutsi, soit des groupes des réfugiés Tutsi massés dans des mosquées et dans les bâtiments appartenant aux paroisses. D'autres femmes et jeunes filles ont été vues, contrôlant des cartes d'identité à des barrières. Les Tutsi qu'elles identifiaient étaient tués presque systématiquement⁷.

Moins innocentes qu'il n'y paraît présente, ces femmes ont utilisé des innombrables méthodes pour contribuer au meurtre de leurs voisins, collègues, amis ou même parents ainsi qu'à celui d'inconnus. D'autres s'associaient aux foules d'assaillants encerclaient les lieux de refuge, en chantant pour attiser la frénésie meurtrière des hommes. Certaines femmes et jeunes filles divulguaient des lieux de leur cachette et dépouillaient ceux qui venaient d'être tués. Les femmes membre de l'administration locale, recelaient et distribuaient des armes et munitions à leur domicile.

L'ampleur de la participation des femmes au génocide de 1994 commis contre les Tutsi au Rwanda était sans précédent dans l'histoire. Mais cela n'était pas un hasard car les architectes du génocide avaient tenu à impliquer le plus grand nombre de personne dans les tueries. Un nombre considérable de femmes instruites, y compris des ministres du gouvernement, des administratrices civiles, des journalistes, des médecins, des infirmières et des enseignantes sont devenues extrémistes de leur gré et commettre le génocide sans hésitation.

Enfin, la question des femmes impliquées dans le génocide est très pertinente et demande une étude approfondie. **C'est dans cet angle qu'en lisant cette étude, on voit qu'on n'a pas pu exploiter tout le pays mais certaines ex-préfectures comme Butare, Gikongoro et Kigali, Toutefois les autres ex-préfectures qui restent seront étudiées à la prochaines étude.**

2 LA LOYALTE DES FEMMES FACE AUX GRANDES GUERRES COMME LE GENOCIDE

Les femmes sont-elles, cependant, plus pacifiques que les hommes? Dans le monde et en particulier dans les régions de l'Afrique, en situation de conflits, les femmes sont souvent associées au symbole de la paix. Ce symbolisme est fortement lié au rôle qu'elles jouent dans la société comme mères et épouses et donc piliers de la famille. C'est cette image, et une pratique qui résulte du processus de socialisation des filles et jeunes femmes qui amènent les femmes à jouer un rôle particulier de rapprochement, de dialogue, et de conciliation lors des conflits⁸.

Depuis le plus jeune âge, les filles recevaient, de leur mère, une éducation qui les initiée à leur vie future d'épouse et de mère. Une femme devait s'occuper de la maison et de travailler aux champs. Elle devait adopter certains types de comportements, comme la réserve ou encore la soumission, etc. Ainsi, la force d'une famille se mesurait au nombre d'enfants

⁴. Gulaid Hodan, « *Rwanda: le rôle des femmes dans le genocide des Tutsi* », in : *collectivan.org.*, 21 janvier, 2011

⁵. *Ex-Organisation de l'Unité Africaine, Rapport sur le génocide au Rwanda, Mai 2000, p.152.*

⁶. *Ex-Organisation de l'Unité Africaine, op.cit, 2000, p.153.*

⁷. *Tosato I, op.cit., 2016, p.15*

⁸. Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « *Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement* »?, in : *Graduate Institute of International and Development Studies, mars, 2001, pp.29-30.*

qu'elles mettaient au monde⁹. Cette image idéalisée la femme et la faisait une mère avant tout, et elle avait grandement limité la capacité des femmes à se réaliser en dehors du foyer¹⁰.

Selon un rapport gouvernemental de 1995 pour la Quatrième Conférence Mondiale des Nations Unies sur les Femmes, « **L'image idéale de la femme était encore perçue dans la perspective de son rôle maternel. La femme devait être féconde, dure au travail et réservée. Elle doit apprendre l'art du silence et de la réserve** »¹¹. Ainsi, rapportent Dyan Mazurana et Susan McKay: « **En Afrique, les femmes se sont servies de l'autorité morale que leur confère leur pouvoir de donner la vie (rôle maternel) et de l'entretenir (en tant que mères, épouses et filles) pour revendiquer la paix** »¹². Une femme a relaté à ce sujet : « **J'ai perdu mes sept enfants pendant le génocide commis contre les Tutsi. Mais, je suis pourtant ici, je travaille pour un changement global et pour que l'on puisse vivre dans le futur d'une manière différente** »¹³.

Selon le Collectif Pro-femmes/Twese Hamwe, au Rwanda, traditionnellement, la femme incarne les valeurs sociales de tolérance, de médiation, de pacification en famille et entre les familles. On l'appelle **Nyampinga, c'est-à-dire, le havre de paix, le refuge des fatigués, des voyageurs et de ceux qui sont dans le besoin. Ses bras sont toujours ouverts pour accueillir ceux et celles qui ont recours à elle.** Selon Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE « **La fille et la femme sont aussi appelées *Gahuzamiryango* c'est-à-dire, celle qui, par son ménage, fait le trait d'union entre différentes familles qui automatiquement deviennent parentes, alliées et amies** »¹⁴.

La femme est, en général, considérée comme créatrice de valeurs d'unité et de solidarité entre différents groupes, familles et communautés. La femme est appelée aussi *Inkingi ya Kanangazi*. Elle est le pilier central qui soutient la toiture d'une maison. Cette image illustre le rôle de la femme dans la reproduction biologique et sociale ainsi que son rôle dans la production économique¹⁵. **On les percevait faibles et dépendantes. (...). On attendait de ces dernières qu'elles soient loyales envers leur mari, leur groupe**¹⁶.

Mais ce qui est aberrant est de voir les femmes organisent les tueries avec une cruauté inimaginable surtout contre les autres femmes et les enfants. De cette raison, notre étude insiste sur le cas du Rwanda, car dans ce pays, **certaines femmes et jeunes filles Hutu ont été complètement impliqué dans les tueries contre les Tutsi pendant le génocide.** Les femmes ont participé à la propagation de l'idéologie du génocide qui fondait et légitimait les tueries contre les Tutsi. **Elles sont perçues, dans ces constructions, comme une extension du bras armé des hommes**¹⁷.

Les recherches de Adler, Loyle et Globberman, se basaient sur des interviews et consistaient en un échantillon de 10 femmes provenant de diverses classes socio-économiques, qui ont été emprisonnées parce qu'elles ont été accusées et jugées pour leurs actes pendant le génocide. En fait, parmi les *Interahamwe* on y trouvait des femmes. Elles ont été coupables de crimes allant de l'attaque au meurtre, et le groupe va d'adolescentes à des femmes d'âge mûr. Cinq étaient mariées et cinq étaient célibataires ; cinq vivaient dans des zones urbaines et cinq dans des zones rurales; elles avaient toutes entre 1 et 16 ans d'éducation¹⁸. Comme le Rwanda est une société patrilinéaire, les enfants prennent l'ethnicité du père. **Certaines femmes Hutu mariées à des hommes Tutsi ont tué leurs enfants pour prouver leur loyauté au mouvement Hutu Power et aussi à cause de l'inculcation de l'idéologie du génocide. Les actes de telles mères vont au-delà de ce qu'on pourrait imaginer**¹⁹.

⁹. Binaifer Nowrojee et all., « *LES VIES BRISÉES: Violence sexuelle pendant le génocide rwandais et sa conséquence* », Human Rights Watch/Africa, disponible au <https://www.hrw.org/legacy/french/reports/rwan96/>, 18/07/2016

¹⁰. *Ibidem*.

¹¹. Binaifer Nowrojee et all., « *LES VIES BRISÉES: Violence sexuelle pendant le génocide rwandais et sa conséquence* », Human Rights Watch/Africa, disponible au <https://www.hrw.org/legacy/french/reports/rwan96/>,

¹². Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « *Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement* »?, in : Loc.cit, 2001, p.29.

¹³. *Idem*, 2001, pp.29-30.

¹⁴. Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « *Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement* »?, in : Loc.cit, 2001, 2001, pp.29-30.

¹⁵. Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « *Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement* »?, in : Loc.cit, 2001, p.29

¹⁶. *Ibidem*

¹⁷. Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « *Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement* »?, in : Loc.cit, 2001, p.28.

¹⁸. Gulaid Hodan, « *Rwanda: le rôle des femmes dans le génocide des Tutsi* », in : Loc.cit., 21 janvier 2011.

¹⁹. Ex-Organisation de l'Unité Africaine, *Op.cit.*, 2000, p.147.

Somme toute, au Rwanda, on a pu illustrer la participation des femmes au génocide, là où les collègues, les voisines, les maîtresses et professeurs, les agents de santé, voire des religieuses, ont dénoncé et tué; là où des femmes journalistes ont fait la propagande, donné des ordres de tuer les Tutsi à travers les ondes des Radios. Par ailleurs, **des femmes de pouvoir ont été à la tête de barrières, de groupes d'Interahamwe**²⁰.

3 L'UNIVERS DE CRIMES DE CRUAUTES COMMIS PAR LES FEMMES PENDANT LE GENOCIDE

En examinant à fond ce sujet, notre but n'est pas d'affirmer que les femmes ont été impliquées dans le génocide au même niveau que les hommes, mais plutôt de souligner le fait qu'un certain nombre de femmes et jeunes filles se sont en toute conscience délibérément engagées dans le génocide contre les Tutsi.

Dans leurs livres *Mothers, Monsters, Whores: Women's Violence in Global Politics*, Gentry et Sjoberg disent qu'aujourd'hui, les femmes ont été dépouillées de leur rôle quand il s'agit de perpétrer un génocide et des tueries. Alors qu'elles étaient idéalisées, comme étant « fragiles, éloignées de la réalité, et ayant besoin de protection, de telle façon que le protecteur recevait un honneur substantiel ». Cette idée de la femme qui serait une « âme pure », c'est un concept qui a été produit par Hegel via Elshtein. Il décrit « les femmes comme étant incapables de comportement violent, étant contre la guerre et la violence, mais coopérant dans les guerres menées pour protéger leur innocence et leur virginité »²¹.

La plupart des ouvrages sur les femmes et la guerre, et les femmes et le génocide, analysent le rôle des femmes en tant que victimes. Gentry et Sjoberg s'opposent fortement à cette victimisation et dans leur livre, ils admettent que dans la majorité des cas où l'on reconnaît la participation des femmes, on accole des hypothèses sexualisées sur la manière dont elles ont été impliquées et l'on insiste sur la singularité de la participation des femmes et chaque femme a sa propre histoire²².

Les femmes instruites étaient particulièrement responsable de l'implication massive et profonde dans les tueries et dans l'organisation du génocide. Prenons l'exemple de deux femmes ministres qui étaient au sein du Gouvernement Intérimaire. Ces femmes sont : Ntamabyariro Agnès ancienne ministre de la Justice et Nyiramasuhuko Pauline qui fut ministre de la famille et de la promotion féminine. Cette dernière a agi de manière extrêmement cruelle surtout envers les femmes Tutsi. Elle se rendait régulièrement dans les lieux où les réfugiés étaient rassemblés, et surveillée personnellement les opérations de sélection des centaines hommes et femmes Tutsi qui allaient être tués. Tandis que Ntamabyariro Agnès, originaire de Kibuye à Mambanza, les témoins ont invoqué ses discours incendiaires. Alors que le Gouvernement Intérimaire fuyait vers Gisenyi en redoutant l'approche du FPR, à l'aide d'un microphone, elle prononçait un discours pour encourager les génocidaires. Voici l'extrait de ce discours : « rien ni personnes ne doit être épargné. Mais là, vous vous êtes simplement contentées de tuer quelques vieilles femmes, tuer tous les Tutsi »²³.

Dans la seule ville de Kigali, des femmes comme Nyirabagenzi Odette, Karushara Rose et Kamatamu Euphrase étaient personnellement responsables des tueries de milliers de Tutsi. D'autres femmes qui étaient des extrémistes engagées, à savoir des journalistes de Radio Rwanda et de la Radio-télévision Libre des Mille Collines (RTL) par exemple : Bemeriki Valérie qui incitait les Hutu à tuer les Tutsi pendant le génocide et même avant. En outre, beaucoup de femmes génocidaires ont mené leurs expéditions meurtrières en compagnie de leurs enfants. Les meurtrières les plus en vue telles que Nyiramasuhuko P. et Karushara R., la conseillère du Secteur de Kimisagara à Kigali, se déplaçaient avec leurs fils qui leur servaient de chauffeur et d'escorte. Ils étaient complices des crimes de viol des femmes sous l'ordre de leurs mères. Beaucoup de ces jeunes gens étaient eux-mêmes des meurtriers connus.

Mukandamage Gorette a témoigné, lors de son entretien avec African Rights, le 20 juillet 1995. Elle a parlé d'une femme nommée Semakamba Félicité qui était accusée d'avoir activement participé au génocide à Ndora dans l'ex-préfecture de Butare. Le témoin a indiqué que « Félicité Semakamba lançait des grenades comme si elle semait des haricots. Je l'ai vue à genoux tirer sur nous. Madame Semakamba faisait tout cela alors qu'elle était enceinte ». Semakamba Félicité était gendarme originaire de Cyangugu et travaillait en étroite collaboration avec un de ses frère employé du Centre de santé de Gisagara. **Elle était la**

²⁰. Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement »?, in : *Loc.cit*, 2001, p.31.

²¹. Gulaid Hodan, « Rwanda: le rôle des femmes dans le genocide des Tutsi », in : *Loc.cit.*, 21 janvier, 2011.

²². African Rights, Rwanda. *Moins innocentes qu'il n'y paraît. Quand les femmes deviennent des meurtrières*, Londres SE1 1EP, 1995, p.7

²³. African Rights, *op.cit*, 1995, p.7

première femme Hutu enceinte qui dirigeait l'attaque des miliciens, et elle-même tirait sur la foule des réfugiés et jetait les grenades²⁴.

Mukarurangwa Bernadette, ancien professeur et parlementaire, était mariée à un tueur comme elle, Nzamwita Innocent, qui était enseignant à l'Université de Butare. En pleine génocide Mukarurangwa Bernadette, encourageait la population à tuer les Tutsi. Des nombreux témoins ont attestée le rôle central de cette dernière dans le génocide. Un témoin Jean Baptiste Bemera, moniteur agricole, a indiqué : « *Je connais très bien Bernadette, nos maisons étaient séparées par une route qui mène à la sous-préfecture de Gisagara. Elle était auparavant enseignant et ensuite député et mais membre acharnée du MRND puis génocidaire* »²⁵.

Le même témoin Jean Baptiste a étalé le rôle qu'a joué la représentante parlementaire dans le génocide commis contre les Tutsi. Il a confirmé qu'aussitôt après le discours destructeur et le départ du Président Intérimaire Sindikubwabo, de Butare, les tueries ont commencé. Il a continué à expliquer que c'est Mukarurangwa B. qui a pris la relève, dressant des barricades ici et là en commençant par chez elle. Son mari, son frère sont venus de Kigali, et Mukarurangwa B. avait donné son fusil à son mari. Parmi les miliciens formés par Mukarurangwa B. avant le génocide, on peut citer Shimiye, Kamanayo (responsable de ma cellule), Ntawanganyimana alias « Cyanira » et Nteziryayo. Une grande barrière impitoyable se trouvait juste à l'entrée de sa maison. Elle avait engagé de grands bandits du quartier qui devaient chercher minutieusement les Tutsi. **On appelait chez-eux : l'Etat-majour de Secteur Ndora²⁶.** Partout dans le Secteur, elle ne faisait qu'un travail de sensibilisation : « *Prenez vos machette, tuez tous les Tutsi, n'en épargnez aucun...* ». Elle a aussi donné l'ordre de tuer les femmes Tutsi mariées aux Hutu²⁷.

Après être tachée du sang des innocents Tutsi, Mukarurangwa B. et groupe des génocidaires se rencontrés chez elle pour partager les biens des Tutsi et faire la fête. Certains *Interahamwe* avaient pris des filles Tutsi pour les violer. Mukarurangwa B. a donné l'ordre de les tuer ainsi que les enfants des femmes Hutu mariées aux Tutsi sans distinction de sexe. C'est ce qui a été fait, les enfants Tutsi ont été tués par leurs oncles, grands-pères, etc. Elle a aussi ordonné aux miliciens de tuer toutes les filles et les femmes Tutsi qu'ils avaient enlevées pour viol et les miliciens ont exécuté les ordres²⁸.

Pour tuer des Tutsi sans se tromper d'identité (ethnie), un témoin Mukarutesi Joséphine a indiqué que, Nyirabacumurwango Léoncie est allé chercher des listes et des fiches communales pour lui permettre de dresser une liste exhaustive des personnes à tuer. De ce fait, elle a pu identifier les femmes Hutu mariées aux Tutsi et les enfants qu'ils ont eus ensemble. Elle a dit aux criminels qu'« *il ne fallait pas épargner aucun Tutsi* »²⁹.

Dans toutes les professions il y avait des femmes qui ont participé au génocide. Prenons l'exemple des infirmières qui ont livré aux soldats et milices des patients et des réfugiés venus se cacher dans leurs hôpitaux. Les enseignantes et les inspectrices scolaires n'ont pas fait exception à la règle car plus que dans toute autre profession, le corps enseignant a joué un rôle clef pendant le génocide commis contre les Tutsi. Un grand nombre d'entre elles se sont particulièrement signalées. Même les religieuses ont été impliquées aux tueries. Certaines étaient non seulement accusées d'avoir fermé leur porte à des paroissiens désespérés et à d'autres réfugiés mais aussi d'avoir identifié et livré des personnes aux tueurs, et collaboré avec eux de diverses manières. Une religieuse, Sœur Kizito Julienne, d'un couvent de Sovu de Butare, a passé les trois mois du génocide en compagnie de tueurs à Sovu, leur fournissant l'essence avec laquelle des personnes étaient brûlées vives sous ses yeux³⁰.

Beaucoup d'autres femmes ont dirigé les tueries et notamment Bakamirantatsi Agnès, présidente des *Interahamwe* dans la Cellule de Kibenga à Ndera, dans l'ex-préfecture de Kigali rural. Elle a été identifiée par de nombreux survivants comme une personne très virulente dans les tueries de la paroisse et du petit séminaire de Ndera le 09 avril 1994³¹. A Kigali, il y avait une autre Dame appelait souvent Maman Aline qui était membre fervent du MRND. Elle était une amie de Nyirabangenzi Odette et travaillait en étroite collaboration avec la Conseillère du Secteur de Rugenge (Nyarugenge : Kigali-ville). Nyirabangenzi Odette était l'une des plus fervente instigatrices du génocide dans la ville de Kigali. Iyakaremye Innocent était témoin, lorsque Maman Aline a tué Karekezi Spéciose, une femme d'affaire Tutsi aisée qui avait six enfants. Pendant le génocide, l'époux de

²⁴. *African Rights, op.cit, 1995, p.7.*

²⁵. *African Rights, op.cit, 1995, p.33*

²⁶. *Idem, 1995, p.33.*

²⁷. *Ibidem.*

²⁸. *African Rights, op.cit, 1995, p.35.*

²⁹. *African Rights, op.cit, 1995, p.42.*

³⁰. *Vulpian L. (de), Rwanda. Un génocide oublié? Un procès pour mémoire, Bruxelles, Edit. complexe, 2004, pp.261-262*

³¹. *African Rights, Rwanda. op.cit, 1995, p.46*

Spéciose et ses enfants étaient en vacances en Ouganda. Maman Aline avait aussi comme amie des femmes déplacées de Gisozi³². Parmi ces femmes déplacées de Gisozi il y avait Pauline et d'autres. Un matin, Maman Aline accompagnée de ces femmes déplacées de Gisozi, elles ont amené Spéciose chez les *Interahamwe* et ils ont refusé de la tuer parce qu'elle leur avait donné de l'argent. De là, elles ont décidé, eux-même, de la tuer en la violant avec des bâtons pointus. Ensuite, une des femmes déplacées de Gisozi qui répond du nom de Pauline a pris une grosse massue et l'a frappé à la tête. Et après cela, Maman Aline l'a déshabillé et elles l'ont laissé son corps sans dans la rue. Une autre Dame Rangira Jacqueline a subi le même sort que Spéciose par Maman Aline et ces femmes déplacées de Gisozi.

Mukabuterat Adeline sa famille vivait à Sovu, Commune de Huye à Butare. Elles ont été chassées par la Mère supérieure du couvent de Sovu. Elles ont été obligées d'attendre la mort au Centre de santé de Sovu (CSS) où une attaque concertée a eu lieu le 22 avril 1994. Des soldats à la retraite et des policiers communaux figuraient parmi les assiégeants. Les attaques ont commencé à retentir, explosions de grenades, coups de feu de la part des policiers communaux, jets de pierres, tirs de flèches à l'arc de la part des criminels. Il y avait **des femmes qui criaient en disant « Achevez ces serpents, ils sont très méchants »**. Toutes les vitres de la chambre dans laquelle nous étions étaient déjà cassées. Des balles ont blessé beaucoup de réfugiés. J'ai été touché trois fois par des balles³³.

Les témoins oculaires de la paroisse et de Centre de Santé de Kaduha ont relaté les tueries du 21 avril 1994 dans l'ancienne Province de Gikongoro. Ces derniers ont été violemment attaqués et au moins quinze mille personnes, et peut-être bien davantage, ont perdu la vie. Parmi les criminels, dans les tueries de la paroisse de Kaduha et du Centre de Santé de Kaduha, trois femmes ont été identifiées par des rescapés qui vivent actuellement à Gikongoro et Butare.

Un témoin oculaire : Uwamariya Bernadette qui vit actuellement à Gikongoro, a parlé d' Mukabatana Athanasie et Uwamahoro Louise. Mukabatana Athanasie, était professeur à l'école d'infirmière de Kaduha à Gikongoro mais originaire de Cyangugu. Quand Mukabatana Athanasie a vu les attaques arriver près de l'hôpital, elle a vite sauté par-dessus le portail de l'hôpital pour tomber dans l'enceinte du bâtiment. Elle n'a donc pas attendu qu'on ouvre le portail. Il faut voir l'enthousiasme de cette fille pour achever les malades Tutsi. Elle avait une machette et elle est entrée dans l'hôpital avec d'autres génocidaires. Elle a fait sortir les malades Tutsi, souvent en les traînant par terre³⁴. En ce qui concerne Uwamahoro Louise, elle était aide-infirmière au Centre de Santé de Kaduha avec Bernadette, elle était originaire de Nyaruhengeri à l'ex-province de Butare. Les Tutsi qui y travaillaient, avaient peur qu'elle les tue un jour mais elle avait quand même peur d'une sœur religieuse allemande qui s'occupait de cette Centre de Santé, elle s'appelait Sœur Malgitta Kosser. Cette jeune fille était terrible, elle avait une longue épée et chaque soir elle faisait semblant de la rendre plus tranchante en la traînant (l'aiguissant) sur le ciment. Cela faisait du bruit, après elle rejoignait les hommes pour tuer aux barrières au-delà du CSK³⁵.

Pour des cas des femmes génocidaires Hutu mariées aux Tutsi ; pendant le génocide, elles ont tués leurs enfants ou d'autres proches ou de les avoir livrés aux tueurs parce qu'ils étaient Tutsi, c'est l'exemple d'une certaine Dame Mukakibibi Immaculée, épouse de Rutakamize Landould. Ils habitaient la cellule de Nganga, secteur de Gitovu dans la Commune de Nyabikenke, l'ancienne préfecture de Gitarama. Cette femme a permis le meurtre de ces deux enfants³⁶.

Début mai 1994, un service de presse religieux, News Network International (NNI), a cité les propos d'un missionnaire danois, Nils Rechter, qui était évacué de Gisenyi. Il était chargé de gérer l'Université adventiste du septième jour située à Mudende dans l'ex-préfecture de Gisenyi. Il affirme avoir vu des femmes qui tuaient en ces termes : « *Elles battaient à mort des Tutsi. Elles les tuaient avec des bâtons, des machettes et des couteaux. (...) C'est si difficile de comprendre. Ce sont leurs voisins, leurs propres amis ou leurs membres de familles qu'elles tuaient, a rappelé Rechter. C'est inconcevable* »³⁷. Un témoin oculaire était un employé de MSF-Hollande. Il était à Butare en avril 1994 et faisait partie d'une équipe qui essayait de mettre en place un hôpital de terrain. Il était à Butare le 20 avril 1994 et il a témoigné ce qui suit : « **Il y avait des femmes, des femmes**

³². Ceci fait référence aux personnes déplacées à la suite des combats entre le gouvernement de Habyarimana et le FPR. Beaucoup de ces personnes vivaient dans des camps pour personnes déplacées sont devenues des tueurs redoutables pendant le génocide.

³³. *African Rights, Rwanda. op.cit, 1995, p.46*

³⁴. *African Rights, op.cit, 1995, p.56*

³⁵. *African Rights, op.cit, 1995, p.56*

³⁶. *African Rights, op.cit, 1995, p.60*

³⁷. *African Rights, op.cit, 1995, p.64*

ordinaires, qui brandissaient des battes cloutées juste devant l'hôpital. Si je n'avais pas été moi-même au Rwanda, je n'aurais pu croire possible les choses que j'ai vues »³⁸.

Ce ne sont pas seulement des femmes qui ont participé aux tueries mais **des jeunes filles aussi. Certaines jeunes filles âgées seulement de quatorze ou quinze ans ont été vues brandissaient des machettes.** A Kibeho à l'ex-préfecture de Gikongoro, il y avait des jeunes filles qui ont été identifiées par leurs camarades pour avoir pris part aux tueries d'autres élèves. En fait, le génocide a été déclenché au moment où les écoles étaient fermées pour les vacances de Pâques. Mais le Groupe Scolaire Marie Merci de Kibeho (GSMMK) était ouvert. Les élèves étaient restés pour rattrapés des cours qu'ils avaient manqués en raison d'une grève. Les élèves Tutsi ont été frappés à mort à coup de machette par leurs camarades de classe, les villageois et les Gendarmes. **Parmi ces criminels, il y avait des jeunes filles qui étaient ses camarades de classe.** Marie Uwizeye Louise originaire de Cyangugu qui était en troisième année de biochimie, était accusée par Hyacinthe et Théophile d'avoir participé aux meurtres : « *Cette jeune fille et bien d'autres quittaient le dortoir la nuit et allaient rejoindre le groupe des gendarmes en poste chez le directeur de l'école, l'abbé Uwayezu Emanuel, pour leur donner la liste des élèves Tutsi à tuer et élaborait avec eux des plans pour organiser des rafles d'élèves* ».

Vue tous ces actes de cruautés qui ont été commis par des femmes, une question embarrassantes resurgisse sur l'état de la société rwandaise. Dans le temps, on attribuait aux femmes le titre de victimes, mais il est crucial pour la conception du génocide, de comprendre que les femmes peuvent être, dans le cas du Rwanda, des agents virulent dans les horribles tueries et viols collectifs. Sur la scène nationale et internationale, les gens ont souvent tendance à considérer, les femmes et les jeunes filles, comme des principales victimes du génocide et leur rôle d'agresseurs est occulté, **alors qu'elles ont porté le poids du génocide au Rwanda.**

Lors de la préparation du génocide commis contre les Tutsi, les femmes y ont joué un grand rôle. Elles **ont été les principales architectes de la violence**, et aussi en tant que tueurs individuels et dans de petites communautés. Elles ont dénoncé les victimes et pillé les maisons des victimes et, souvent, ces femmes ont tué directement au moyen de diverses armes modernes et traditionnelles³⁹.

En définitive, les femmes importantes ont orchestré ou mené les tueries contre les Tutsi. Selon Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE : « *En ce qui concerne les meurtres de masse, beaucoup de femmes n'ont eu besoin d'aucun encouragement. Ces femmes ont été poussées par leurs propres positions extrémistes. Quel qu'ait été le motif, certaines de ces femmes ont organisé et conduit les attaques qui ont provoqué les tueries* »⁴⁰.

4 LA CRUAUTE DE L'EX-MINISTRE DE LA FAMILLE ET DE LA PROMOTION FEMININE, PAULINE NYIRAMASUHUKO PENDANT LE GENOCIDE COMMIS CONTRE LES TUTSI

L'étude traite plus particulièrement la participation des femmes dans le génocide, et plusieurs d'entre-elles étaient coupables de crimes de nature sexuelle⁴¹. L'ampleur de la participation de ces femmes au génocide en 1994 était sans précédent dans l'histoire de l'Afrique et du monde en général. **Généralement, durant les conflits armés ou les génocides, les femmes ne sont pas souvent impliqués dans ce genre des choses et ne déclenchent pas la guerre, par contre elles souffrent beaucoup durant cette période de crise.** Bien souvent, leur seul recours consiste à fuir à l'étranger. D'après l'Agence des Nations Unies pour les réfugiés, les femmes représentent 49 % des réfugiés de par le monde, essentiellement en raison de conflits, et elles souffrent souvent plus que les hommes lorsqu'elles sont confrontées à une telle situation, du fait de leur genre.

De cette raison, la Déclaration et le Programme d'action de Beijing, adoptés en 1995 par 189 Etats membres, ont fait des femmes, dans les conflits armés, l'un des 12 domaines de préoccupation. Il souligne là-dessous que les femmes doivent participer à la prise de décisions relatives à la résolution des conflits, et **il reconnaît que les femmes sont de puissants moteurs des mouvements en faveur de la paix.** Mais, il insiste à ce que celles qui ont fui un conflit soient autorisées à participer à tous les aspects des programmes afin de les aider à se remettre et à reconstruire leur vie. **Les femmes sont constamment idéalisées comme des êtres purs et immaculés, incapables de commettre des tueries et d'avoir des comportements génocidaires.**

³⁸. African Rights, *op.cit*, 1995, p.55.

³⁹. Gulaid Hodan, « Rwanda: le rôle des femmes dans le genocide des Tutsi », in : *Loc.cit*, 21 janvier, 2011.

⁴⁰. Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement ? », in : *Loc.cit*, mars 2001, p.31.

⁴¹. Ex-Organisation de l'Unité Africaine, *op.cit*, 2000, p.156.

Pendant le génocide, certaines femmes avaient des comportements génocidaires très singuliers, comme par exemple l'ex-ministre de la famille et de la promotion féminine, Pauline Nyiramasuhuko. Cette femme fut l'une des rares femmes rwandaises à s'inscrire en droit à l'Université nationale du Rwanda à Butare. Ensuite, en 1992, elle était déjà l'un des leaders du Mouvement révolutionnaire national pour le développement (MRND, parti unique du président Habyarimana), et enfin, elle fut nommée ministre de la Famille et de la Promotion féminine vers les années 1990.

Etant soucieuse de faire preuves d'un partisan fervent dans la structure d'un parti construit autour d'hommes au sein de la société restreinte par la famille présidentielle, elle fut vite embrigadée dans l'idéologie anti-Tutsi de son parti. Pour démontrer sa conviction à cette idéologie, elle parcourait la ville de Butare avec les brutes du parti qui élevaient des barricades dans les rues, paralysaient la circulation et semaient le trouble. **Les invasions régulières de Nyiramasuhuko P. vinrent à être connues sous le nom de « journées fantômes »,** pendant lesquelles Butare retenait son souffle⁴². Léoncie Mukamisha, une ancienne camarade de classe de Nyiramasuhuko P. qui travaillait sous ses ordres au ministère, raconte que l'obéissance et la haine virulente contre les Tutsi qu'affichait Nyiramasuhuko P. gagnèrent les faveurs du président, qui lui assigna un certain nombre d'idéologues extrémistes Hutu en tant que conseiller⁴³.

Ce faisant, des membres du gouvernement et le Président de la République avaient confiance en elle, de sorte que dans ses aveux de génocide et de crimes contre l'humanité, l'ancien Premier ministre, Jean Kambanda, a identifié les membres de son conseil privé, où fut élaboré le projet du génocide. Cinq noms seulement apparaissaient, parmi lesquels figurait celui de Nyiramasuhuko P.⁴⁴. Pendant le génocide, Nyiramasuhuko P. participé aux tueries contre les Tutsi avec des cruautés inimaginables.

Le génocide commis contre les Tutsi a débuté le 07 avril 1994 dans tout le pays sauf l'ex-préfecture de Butare où il a commencé le 18 avril 1994. Le 25 avril 1994 Nyiramasuhuko P. est arrivée en ville avec des voitures surmontées de haut-parleurs parcouraient les petites routes autour de Butare en annonçant que la Croix-Rouge s'était installée au stade pour fournir de la nourriture et asile à la population. A ce jour, des milliers de Tutsi se rendirent dans ce stade. C'était un piège. Au lieu de trouver la nourriture et abri, ils étaient attendus par une mauvaise « surprise »: ils furent encerclés par les *Interahamwe*, de violents maraudeurs Hutu. Et là **Nyiramasuhuko P., qui avait 48 ans à l'époque, supervisait la scène et donnait les ordres de violer les femmes Tutsi**⁴⁵. Selon un *Interahamwe* Foster Mivumbi qui a confessé sa participation au génocide, a répété les ordres de Nyiramasuhuko P. en ces termes : « *Avant de tuer les femmes Tutsi, vous devez les violer d'abord* »⁴⁶. Un autre témoin, un soldat de l'ex-FAR Emmanuel Nsabimana, a dit : « **Nyiramasuhuko P. a ordonné aux soldats de tuer toutes les personnes présentes au Stade; mais les femmes en particulier, devaient être violées d'abord** »⁴⁷.

En pleine génocide, selon un Témoin, deux jeunes femmes Tutsi, Mary Mukangoga, 24 ans, et Chantal Kantarama, 28 ans, ont trouvé refuge à la Préfecture de Butare, mais un jour **Nyiramasuhuko P. et son fils Shalom sont arrivés à la préfecture avec les jeunes hommes Interahamwe et ils sélectionnaient des filles à violer.** Mary et Chantal étaient amenées dans un bosquet d'arbres à 200 mètres de la préfecture et là elles ont été violées à plusieurs reprises. Les deux jeunes femmes étaient devenues donc partie d'un groupe de cinq esclaves sexuelles gardées à la préfecture et violées régulièrement tous les soirs pendant des semaines. Un jour ils ont décidé de les jeter dans une fosse pleine de cadavres⁴⁸.

Foster Mivumbi Témoigne qu'ils ont violé les femmes Tutsi sous la supervision de Nyiramasuhuko P., et il a aussi indiqué que, sous la bénédiction de Nyiramasuhuko P., « *ils ont tué des gens toute la journée et comme ils étaient fatigués, ils ont simplement mis l'essence dans des bouteilles et l'ont versé sur les femmes, puis ils ont mis le feu* ». A peu près au même moment, des *Interahamwe* étaient arrivées à l'hôpital local où Rose, une jeune Tutsi, avait trouvé refuge, « *Ces Interahamwe ont dit que Nyiramasuhuko P. avait permis de se faire les filles Tutsi. Comme elle était ministre ; alors, ils ont dit qu'ils en avaient le droit* ». **Nyiramasuhuko P. avait fait comprendre aux soldats que le viol était une récompense.** A l'hôpital se trouvait le fils unique Arsène Shalom Ntahobali, un étudiant âgé de 24 ans qui était l'un des chefs *Interahamwe*. Rose raconta que Shalom,

⁴². Ex-Organisation de l'Unité Africaine, *op.cit*, 2000, p.156.

⁴³. Landesman P., « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », in : *Loc.cit*,01/10/2003.

⁴⁴. Landesman P., « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », in : *Loc.cit*,01/10/2003.

⁴⁵. Landesman P., « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », in : *Loc.cit*,01/10/2003.

⁴⁶. *Ibidem*

⁴⁷. *Ibidem*.

⁴⁸. Tosato I., *Op.cit*, 2016, p.17

qui claironnait sans cesse qu'il avait la « permission » de sa mère de violer des Tutsi et la viola contre le mur⁴⁹. Nyiramasuhuko P. a aidé son fils unique à devenir un violeur et un tueur.

Mivumbi a aussi dit qu'au Stade, le 25 avril 1994, Nyiramasuhuko P. agitait les bras et observait sans rien dire les *Interahamwe* qui mitraillaient les réfugiés et leur lançaient des grenades. Les milices achevèrent les survivants à la machette. Cela a duré une heure et se termina à midi. Nyiramasuhuko P. raconta Mivumbi, resta là jusqu'à l'arrivée d'un bulldozer qui commença à empiler les corps pour les enterrer dans une fosse voisine. Peu après, selon l'ex-FAR Emmanuel Nsabimana, Nyiramasuhuko P. s'est rendu dans un enclos où un groupe d'*Interahamwe* gardait 70 femmes et filles Tutsi. Là, elle a dit à ces hommes, juste avant qu'ils ne commencent à les brûler avec de l'essence, « *Pourquoi vous ne les violez pas avant de les tuer* »⁵⁰. A partir de cette attitude de Nyiramasuhuko P., Gulaid Hodan s'est exprimé, « ***c'est vraiment stupéfiant d'entendre qu'elle ordonnait aux soldats et même à son propre fils de violer les femmes Tutsi avant de les tuer. Etant elle-même une femme, on aurait pu penser qu'elle aurait tout fait pour empêcher les viols et non qu'elles les ordonnaient. Les crimes dont Nyiramasuhuko P. est coupable sont monstrueux*** »⁵¹.

Les ordres de l'ex-ministre de la famille et de la promotion féminine, Nyiramasuhuko P., de violer les femmes Tutsi, étaient devenus un slogan, de sorte ***qu'elle a été qualifiée par certains de ministre du viol. Elle est devenue l'image de ce que les femmes sont capables de faire lors d'un génocide.*** Pendant le génocide, Nyiramasuhuko P. prononçait des discours déchaînés sur les ondes de Radio Rwanda, « ***Nous sommes tous membres de la milice, disait Nyiramasuhuko P., nous devons travailler ensemble pour traquer les Tutsi*** »⁵². Elle considérait clairement la population Tutsi comme un fardeau, et que son antipathie envers les Tutsi était terriblement manifeste. Ainsi donc, aujourd'hui, Nyiramasuhuko P. a été jugée coupable de crime de génocide et de crimes contre l'humanité.

La façon dont ces femmes furent violées était horrible, des milliers de femmes étaient violées individuellement et par des gangs, au moyen d'objets tels que des lances, des canons des revolvers. Elles furent aussi tenues en esclavage sexuel (soit collectivement) ou sexuellement mutilées et cela furent fréquemment accompagnés d'autres formes de tortures physiques. Ces tortures sont souvent mises en scène publiquement pour augmenter l'impact de la terreur et de l'humiliation. L'humiliation n'affectait pas seulement la femme violée, mais également son entourage⁵³.

Plusieurs femmes et même les filles ont participé aux tueries pendant le génocide dans leurs circonscriptions, et cela avec de cruauté impensable, choses qui n'ont pas existé dans des génocides du XXe siècle : ceux des Arméniens, des Juifs et des Bosniaques. Concernant les femmes génocidaires, Stéphane Audoin-Rouzeaua révélé ceci : « *Ce qui est frappant c'est la participation des femmes au génocide. Cette participation s'est doublé de l'utilisation, d'outils qui ouvrent la barrière anatomique, cela est une transgression très grave, puisque dans toutes les sociétés humaines, les femmes n'ont justement pas accès à ces genre d'instruments, qu'il s'agisse de la chasse ou d'une chasse à l'homme, puisque c'est bien de cela qu'il s'agit, dans le cas du Rwanda* »⁵⁴.

En concluant cette partie, Stéphane Audoin-Rouzeaua relaté qu'*« il est difficile à croire que les femmes ont participé au génocide, les cas de ces femmes qui ont tué leurs propres enfants parce qu'ils étaient Tutsi, c'est une transgression très grave. Là, se produit une sorte de sidération »*⁵⁵. A propos de ces femmes qui ont imbibé leurs mains dans le sang des innocents pendant le génocide, le même auteur a exprimé avec regret : « ***Il n'y a pas d'autres exemples historiques, le Rwanda est un cas unique dans le monde. Quand on regarde ces pratiques, la dimension tout à fait spécifique du génocide au Rwanda apparaît vraiment en pleine lumière*** »⁵⁶.

⁴⁹. Landesman P., « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », in : *Loc.cit,01/10/2003.*

⁵⁰. Landesman P., « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », in : *Loc.cit,01/10/2003.*

⁵¹. Gulaid Hodan, « *Rwanda: le rôle des femmes dans le genocide des Tutsi* », in : *Loc.cit, 21 janvier 2011.*

⁵². *Ibidem.*

⁵³. Gulaid Hodan, « *Rwanda: le rôle des femmes dans le genocide des Tutsi* », in : *Loc.cit, 21 janvier 2011.*

⁵⁴. R. Verdier et all., *Op.cit, 1995, p.55.*

⁵⁵. *Ibidem*

⁵⁶. *Ibidem*

5 LES FEMMES JUGEES COUPABLES DU CRIME DE GENOCIDE

Un verdict de six accusés s'est fait attendre pendant dix ans dans « le procès Butare » au Tribunal pénal international pour le Rwanda (TPIR) qui siégeait à Arusha, en Tanzanie. A la barre de six accusés de génocide et crimes contre l'humanité, il y avait deux anciens maires, deux anciens préfets, et Pauline Nyiramasuhuko, l'ancienne ministre de la Famille et de la Promotion féminine, **seule femme détenue par un Tribunal International pour le Rwanda poursuivie pour génocide et incitation au viol, ainsi que son fils, Arsène Shalom Ntahobali, chef des milices *Interahamwe* dans la région.** Tous plaidaient non coupables. **Ces deux derniers ont été condamnés le 24 juin 2011 à la prison à vie**⁵⁷. Mais Nyiramasuko P. et son fils a fait appel, et sa peine a été réduite à 45 ans de prison ferme.

Les deux génocidaires étaient les accusés phare de ce procès. Ils avaient pris la fuite à l'Est du Congo avant de rejoindre le Kenya et arrêtés à Nairobi en 1997. Pauline Nyiramasuhuko a été mise en cause très peu de temps après la fin du génocide par les Organisations des droits de l'homme⁵⁸. Elle a été condamnée à la prison à vie, tout comme son fils Shalom Ntahobali, qui était accusé dans le même procès, et qui selon l'accusation, a violé des femmes Tutsi sous les encouragements de sa mère⁵⁹.

Rose qui a été violé aussi par Shalom Ntahobali, le fils de Nyiramasuhuko, à l'Hôpital local de Butare, est désormais présidente d'une association de femmes violées durant le génocide. Elle vit toujours à Butare et elle attendait avec une certaine appréhension le verdict qui était prévu le 24 juin 2011 à Arusha. Elle avait dit ceci, concernant Nyiramasuhuko, «*En tant que femme, je ne comprends pas qu'une femme qui a donné la vie ait pu inciter des gens à violer d'autres femmes. Il s'agissait d'éliminer les Tutsi physiquement, mais aussi psychologiquement. Quelle que soit la sanction, que je souhaite exemplaire, je ne pourrai jamais lui pardonner. Le viol est un crime qui a moins retenu l'attention que les autres, les victimes se sentent laissées pour compte* »⁶⁰.

Le 10 août 1999, un an après la condamnation d'Akayesu, **le chef d'accusation de Pauline Nyiramasuhuko fut modifié pour inclure le viol en tant que crime contre l'humanité.** L'accusation portée contre Nyiramasuhuko avait renforcé le précédent établi dans le procès d'Akayesu : **l'incitation au viol massif constitue un crime contre l'humanité, mais le cas de Nyiramasuhuko dépassait la jurisprudence.** Elle représentait une nouvelle sorte de criminelle. Il existe une notion, généralement partagée dans les différentes cultures, que les femmes ne font pas ce genre de choses, explique Carolyn Nordstrom, anthropologue à l'Université de Notre-Dame, dans l'Indiana, « **La société n'a pas encore trouvé le moyen d'en parler, car cela va à l'encontre de toutes nos représentations de la nature des femmes** »⁶¹.

Nyiramasuhuko et son fils Shalom étaient jugés ensemble, avec quatre autres chefs Hutu de Butare qui étaient également accusés de génocide. **Cependant, selon un document préparé par les enquêteurs du TPIR en prévision du procès, un témoin, surnommé Q. C., a vu un chef de communauté Tutsi mourir « des mains de Nyiramasuhuko ».** Les avocats de chacun des six accusés avaient débuté leur défense en 2001, après que le procès avait traîné pendant encore au moins deux ans : la justice avançait avec une extrême lenteur à Arusha, avec seulement huit condamnations et un acquittement en sept ans. **En débutant en juin 2001, il a fallu attendre dix ans pour connaître le verdict. Il a été, le procès le plus long et le plus coûteux de l'histoire du Tribunal pénal international pour le Rwanda**⁶². Bien plus, au Rwanda, il y avait plus de 3000 femmes qui étaient emprisonnées pour avoir participé au génocide⁶³.

Enfin, selon Balthazar, « *On a assisté au cours de la dernière décennie à une transformation profonde du traitement de la violence sexuelle en Droit International* », mais **le Tribunal pénal international pour le Rwanda (TPIR), en particulier, s'est révélé très grave, incorporant le viol et les abus sexuels dans le droit international** »⁶⁴. Le rôle des femmes dans le génocide

⁵⁷. Stéphanie Braquehais, *Rwanda : perpétuité pour la première femme reconnue coupable de génocide*, in : rfi AFRIQUE, le 24-06-2011. Disponible au <http://www.rfi.fr/afrique/20110624-rwanda-perpetuite-premiere-femme-reconnue-coupable-genocide>, 08/08/2016

⁵⁸. *Ibidem*.

⁵⁹. Stéphanie Braquehais, *Rwanda : perpétuité pour la première femme reconnue coupable de génocide*, in : rfi AFRIQUE, le 24-06-2011. Disponible au <http://www.rfi.fr/afrique/20110624-rwanda-perpetuite-premiere-femme-reconnue-coupable-genocide>, 08/08/2016

⁶⁰. Stéphanie Braquehais, *Rwanda : perpétuité pour la première femme reconnue coupable de génocide*, in : rfi AFRIQUE, le 24-06-2011. Disponible au <http://www.rfi.fr/afrique/20110624-rwanda-perpetuite-premiere-femme-reconnue-coupable-genocide>, 08/08/2016

⁶¹. Peter Landesman, « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », *Loc.cit* 01/10/2003.

⁶². Stéphanie Braquehais, « *Rwanda : perpétuité pour la première femme reconnue coupable de génocide* », in : *Loc.cit*, le 24-06-2011.

⁶³. *Ex-Organisation de l'Unité Africaine, Op.cit*, mai 2000, p.156.

⁶⁴. *Ibidem*

et plus encore sur la violence sexuelle a retenu l'attention de la Communauté Internationale au cours de ces vingt dernières années⁶⁵.

6 CONCLUSION

L'étude sur la participation des femmes au génocide commis contre les Tutsi en 1994 au Rwanda est une donnée qui ne peut pas être contestée. La responsabilité au génocide incombe non seulement les hommes qui furent les principaux architectes du génocide mais aussi un nombre élevé des femmes extrémistes Hutu instruites et non instruites.

Dans le temps, la femme rwandaise était qualifiée de « cœur du foyer », le pilier de la maison, mère dans sa famille et un havre de paix. Mais aujourd'hui, avec les crimes que ces femmes ont commis pendant le génocide, ont changé l'image des femmes à celles des criminels. Pendant le génocide, ces femmes criminelles ont utilisées les innombrables méthodes pour contribuer au meurtre les plus atroces à leurs voisins, collègues, amis, parents ou même enfants ainsi qu'à celui d'inconnus. Ces femmes ont pu tuer de leurs propres mains. Parmi les membres du gouvernement, il y avait des femmes ministre qui étaient malheureusement célèbres par leurs participations au génocide et à l'incitation au viol contre les femmes Tutsi.

Enfin, partout dans le pays, il y avait des viols collectifs souvent supervisés par les femmes. Ce faisant, les femmes Tutsi ont été prises de force par des criminels qui leur ont fait subir toutes sortes de sévices. Par conséquent, il y a eu des grossesses non désirées et des maladies sexuellement transmissibles comme : blennorragie, syphilis et le SIDA⁶⁶. Tout cela a augmenté leur angoisse et leur chagrin. Les conséquences de ces viols ont été multiples, comme des enfants nés du viol. Plus de cinq mille d'entre-eux ont été enregistrés par Peter Landesman. De plus, selon Sydia Nduna, conseillère à l'International Rescue Committee Rwanda, « *Le viol force les victimes à vivre avec les conséquences, les dégâts et les enfants ici du viol* ». Elle a aussi affirmé que : « *L'impact des viols massifs au Rwanda, se fera sentir pendant plusieurs générations* »⁶⁷. De la sorte, il est pertinent de faire une étude approfondie sur les femmes génocidaires c'est qui permet de briser le silence pour ne pas renforcer l'impunité dont jouissent les responsables du génocide.

REFERENCES

- [1] African Rights, Rwanda. Moins innocentes qu'il n'y paraît. Quand les femmes deviennent des meurtrières, Londres SE1 1EP, 1995.
- [2] Assemblée Nationale de France, Enquête sur la tragédie rwandaise :1990-1994, t.1, Paris,1998
- [3] Ex-Organisation de l'Unité Africaine, Rapport sur le génocide au Rwanda, Mai 2000.
- [4] Tosato I., L'univers féminin violé. Viol physique, viol psychologique: une question de temps? Université degli Studi di Padova, Travail de Maîtrise en Langue Moderne, Communication et coopération International, Année académique 2015 / 2016.
- [5] Verdier R. et all., Rwanda. Un génocide du XXe siècle, Paris, l'Harmattan, 1995.
- [6] Vulpian L.(de), Rwanda. Un génocide oublié? Un procès pour mémoire, Bruxelles, Editions complexe, 2004, pp.261-262
- [7] Collectif Van, « Rwanda : le rôle des femmes dans le génocide des Tutsis », in : Collectif Van www.collectif van.org, 7 février 2011.
- [8] Eugénie Rokhaya AW-NDIAYE, « Rapports hommes-femmes : Les crises en Afrique sont-elles des ferments du changement »?, in : Graduate Institute of International and Development Studies, mars, 2001.
- [9] Gulaid Hodan.« Rwanda: le rôle des femmes dans le génocide des Tutsi », in : collectifvan.org.Collectif VAN, janvier 21, 2011.
- [10] Hodan Gulaid, « Des femmes ordinaires : comprendre le rôle des femmes dans la perpétration de génocide », in : Collectif Van www.collectif van.org, vendredi 21 janvier 2011.
- [11] Binaifer Nowrojee et all, « LES VIES BRISÉES: Violence sexuelle pendant le Génocide rwandais et sa conséquence »,in : Fédération Internationale des Ligues des Droits de l'Homme, mars et avril 1996.
- [12] ONU, « Femmes. Les femmes et les conflits armés. Le Programme d'action de Beijing à 20 ans », in :unwomen.org, 2012.

⁶⁵. Ex-Organisation de l'Unité Africaine, Op.cit, mai 2000, p.156.

⁶⁶ African Rights, Op.cit., 1995, p. 274

⁶⁷Peter Landesman, « *Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin* », Loc.cit., 01/10/2003.

- [13] Peter Landesman, « Le viol comme méthode de génocide au Rwanda. Pauline Nyiramasuhuko, la barbarie au féminin », in : Courrier International », 01/10/2003.
- [14] Stéphanie Braquehais, « Rwanda : perpétuité pour la première femme reconnue coupable de génocide », in : rfi AFRIQUE, le 24-06-2011.
- [15] Stéphanie Braquehais, « Génocide rwandais : le martyr de Rose, violée trois mois durant », in : Libération, 24 juin 2011.
- [16] <http://www.courrierinternational.com/article/2002/11/14/pauline-nyiramasuhuko-la-barbarie-au-feminin>, 20/11/2016
- [17] <http://beijing20.unwomen.org/fr/in-focus/armed-conflict#top>, 15/12/2016
- [18] <http://www.collectifvan.org/article.php?r=0&id=51608>, 21/10/2016
- [19] <http://www.rfi.fr/afrique/20110624-rwanda-perpetuite-premiere-femme-reconnue-coupable-genocide>, 08/08/2016
- [20] <http://www.courrierinternational.com/article/2002/11/14/pauline-nyiramasuhuko-la-barbarie-au-feminin>, le 18/07/2016.
- [21] http://www.liberation.fr/planete/2011/06/24/genocide-rwandais-le-martyre-de-rose-violee-trois-mois-durant_744871, 18/07/2016
- [22] <https://www.hrw.org/legacy/french/reports/rwan96/>, 18/07/2016
- [23] <http://www.collectifvan.org/article.php?r=0&id=51608>, 18/07/2016

STRUCTURE ET DYNAMIQUE DES ALGUES PERIPHYTIQUES DES RIVIERES BATIKA (YABASSI) ET TONGO'O BASSA (DOUALA)

[STRUCTURE AND DYNAMIC OF PERIPHYTICS ALGAE OF BATIKA (YABASSI) AND TONGO'O BASSA RIVERS (DOUALA)]

Gildas Parfait NDJOUONDO¹, Marie Louise BA'ANA ETOUNDI², Roland Didier NWAMO³, Henri FANKEM¹, and Siegfried Didier DIBONG¹⁻³⁻⁴

¹Département de Biologie des Organismes Végétaux, Faculté des Sciences, Université de Douala, B.P. 24157 Douala, Cameroon

²Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Douala, B.P. 3132 Douala, Cameroon

³Département d'Aquaculture, Institut des Sciences Halieutiques, Université de Douala, B.P. 2701 Douala, Cameroon

⁴Département des Sciences Pharmaceutiques, Faculté de Médecine et des Sciences Pharmaceutiques, Université de Douala, B.P. 2701 Douala, Cameroon

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

ABSTRACT: The rampant and uncontrolled human impact degrades increasingly freshwater resources available in surface. The overall objective of the study is to determine the diversity and distribution of microalgal periphytic communities Batika and Tongo'o Bassa rivers. The specific objectives are to make a floristic inventory; measure the physicochemical parameters associated with these rivers and to identify their spatial and temporal variations. Organic materials and stones were sampled in each river. A total of 87 species were identified, of which about 39.08% of *Diatomophyceae*, 26.43% of *Chlorophyceae*, 11.49% of *Cyanophyceae*, 09.19% of *Zygothryx*, 08.04% of *Euglenophyceae*, 03.44% of *Dinophyceae*, 01.14% respectively *Chrysophyceae* and *Prasinophyceae*. Diatoms are the most frequent class in samples of river stations. *Chlorophyceae* are the most dominant class and dense in all stations. The *Uronema elongatum*, *Mougeotia* sp. and *Oedogonium* sp. 1 species are common to all stations. The specific changes in algal communities between stations located upstream from the stations located in the transition and downstream are striking, with a richness and diversity in higher epiphyton station 1 (46 species) and lower the epilithon station 6 (8 species).

KEYWORDS: anthropogenic, diversity, periphyton, Batika, Tongo'o Bassa.

RESUME: L'anthropisation galopante et anarchique dégrade de plus en plus les ressources en eau douce disponible en surface. L'objectif général de l'étude est de déterminer la diversité et la distribution des communautés microalgales péiphytiques des rivières Batika et Tongo'o Bassa. Les objectifs spécifiques sont de faire un inventaire floristique; mesurer les paramètres physicochimiques associés à ces rivières et d'en dégager leurs variations spatiotemporelles. Les supports organiques et les pierres ont été échantillonnés dans chaque rivière. Au total, 87 espèces ont été identifiées, parmi lesquelles environ 39,08% de Diatomées, 26,43% de Chlorophycées, 11,49% de Cyanophycées, 09,19% de Zygothryx, 08,04% d'Euglénophycées, 03,44% de Dinophycées, 01,14% respectivement de Chrysophycées et Prasinophycées. Les Diatomées constituent la classe la plus fréquente dans les prélèvements des stations des rivières. Les Chlorophycées constituent la classe la plus dominante et dense dans toutes les stations. Les espèces *Uronema elongatum*, *Mougeotia* sp. et *Oedogonium* sp. 1 sont communes à toutes les stations. Les variations spécifiques des communautés algales entre les stations situées en amont par rapport aux stations

situées à la transition et en aval sont marquantes, avec une richesse spécifique et une diversité plus élevées à l'épiphyton de la station 1 (46 espèces) et moins élevées à l'épilithon de la station 6 (8 espèces).

MOTS-CLEFS: anthropique, diversité, périphyton, Batika et Tongo'o Bassa.

1 INTRODUCTION

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 97% de ces eaux sont marines. Les 2,57% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs. Or, seulement 1% des 2,57% est disponible pour les activités humaines [1]. Cependant, les activités humaines dans la région du Littoral conduisent à la dégradation des écosystèmes aquatiques, se manifestant par la destruction des habitats, la perte de la diversité biologique et de la qualité de l'eau dont la résultante est une modification du biotope (érosion, écroulement de terrain), la destruction ou la substitution des espèces végétales, les modifications de la composition spécifique [2], [3], [4]. En effet, la croissance démographique et le développement économique sont responsables de ces modifications majeures. L'industrialisation ascendante, le manque d'une véritable politique de gestion de l'environnement, la pauvreté des populations plombent la situation des villes de Douala et Yabassi. La ville de Douala connaît une occupation anarchique, intensive et incontrôlée [5], [6]. Les cours d'eau servent de dépotoir de déchets liquides et solides, particulièrement en milieu urbain [7]. Toutefois, les eaux courantes sont le centre d'intérêt pour les activités de l'homme à l'instar de l'alimentation, l'agriculture, l'industrie et le loisir [8]. Le maintien de la qualité de ces eaux est une préoccupation majeure pour les ressources en eau disponible [1]. La prise en compte des altérations provoquées par les activités humaines sur ces hydrosystèmes apparaît actuellement comme une préoccupation majeure. Ce contexte impose aujourd'hui une approche pluridisciplinaire des effets anthropiques associant l'étude des composantes biologiques et physicochimiques [9]. L'objectif général de l'étude est de déterminer la diversité et la distribution des communautés microalgales périphytiques des rivières Batika et Tongo'o Bassa. Les objectifs spécifiques sont de: faire un inventaire floristique du périphyton; mesurer les paramètres physicochimiques associés à ces rivières et d'en dégager leurs variations spatiotemporelles.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITES D'ÉTUDE

La région du Littoral où sont situées les rivières Batika et Tongo'o Bassa est logée au fond du Golfe de Guinée. Le climat qui y règne est équatorial du type maritime [10]. La température moyenne mensuelle varie entre 24,8 °C de juillet à août et 27,7 °C en février. Les précipitations montrent qu'elle est pluvieuse, s'étendant sur 9 mois. Ces précipitations moyennes mensuelles varient de 55 mm en décembre à 800 mm en août. Le vent dominant est porteur de mousson [11]. La majeure partie de cette région a une couverture géologique constituée par formation du socle essentiellement représentées par des gneiss-embredistes à biotite et secondairement par des anatexites, des granites syntectoniques non circonscrits et circonscrits. Les sols dérivés de ces roches sont très variés : sols ferrallitiques rouges dérivant de roches métamorphiques ou de basalte et sols bruns dérivés de basalte [11]. La végétation est essentiellement constituée par une forêt dense sempervirente atlantique de basse et moyenne altitude à *Lophira alata* dans la zone littorale et à Fabacées en moyenne altitude [11].

Suivant le gradient longitudinal de chaque rivière, 3 stations ont été délimitées en amont, à la transition et en aval. A la rivière Batika, la station 1 (amont, 04° 27' 79" N - 099° 57' 09" E) est dans une zone agraire, laissée en jachère. Les stations 2 (transition, 04° 27' 71" N - 009° 56' 99 E) et 3 (aval, 04° 27' 59" N - 009° 56' 79" E) sont situées dans une forêt secondaire ombrophile (Fig. 1a). La principale activité anthropique de la région est l'agriculture de subsistance. A la rivière Tongo'o Bassa, la station 4 (amont, 04° 03' 28" N - 009° 43' 43" E) est située entre le pont de Sic-cacao et le pont du Tongo Bassa, et comprend les quartiers Sic-cacao Barry, Sic-cacao TSF, Maképè maturité, Bépanda petit marché (Fig. 1b). La station 5 (transition, 04° 03' 51" N - 009° 44' 05" E) est située entre les quartiers Maképè missokè et Bépanda. La station 6 (aval, 04° 04' 23" N - 009° 44' 05" E) est située dans la vallée du quartier Bonamoussadi. Les activités anthropiques du milieu sont l'industrie à savoir les sociétés Guinness Cameroun et CIC CACAO situées en amont. L'agriculture et l'élevage sont aussi pratiqués sur la rive de la rivière. Les riverains déversent directement les déchets domestiques dans la rive de la rivière.

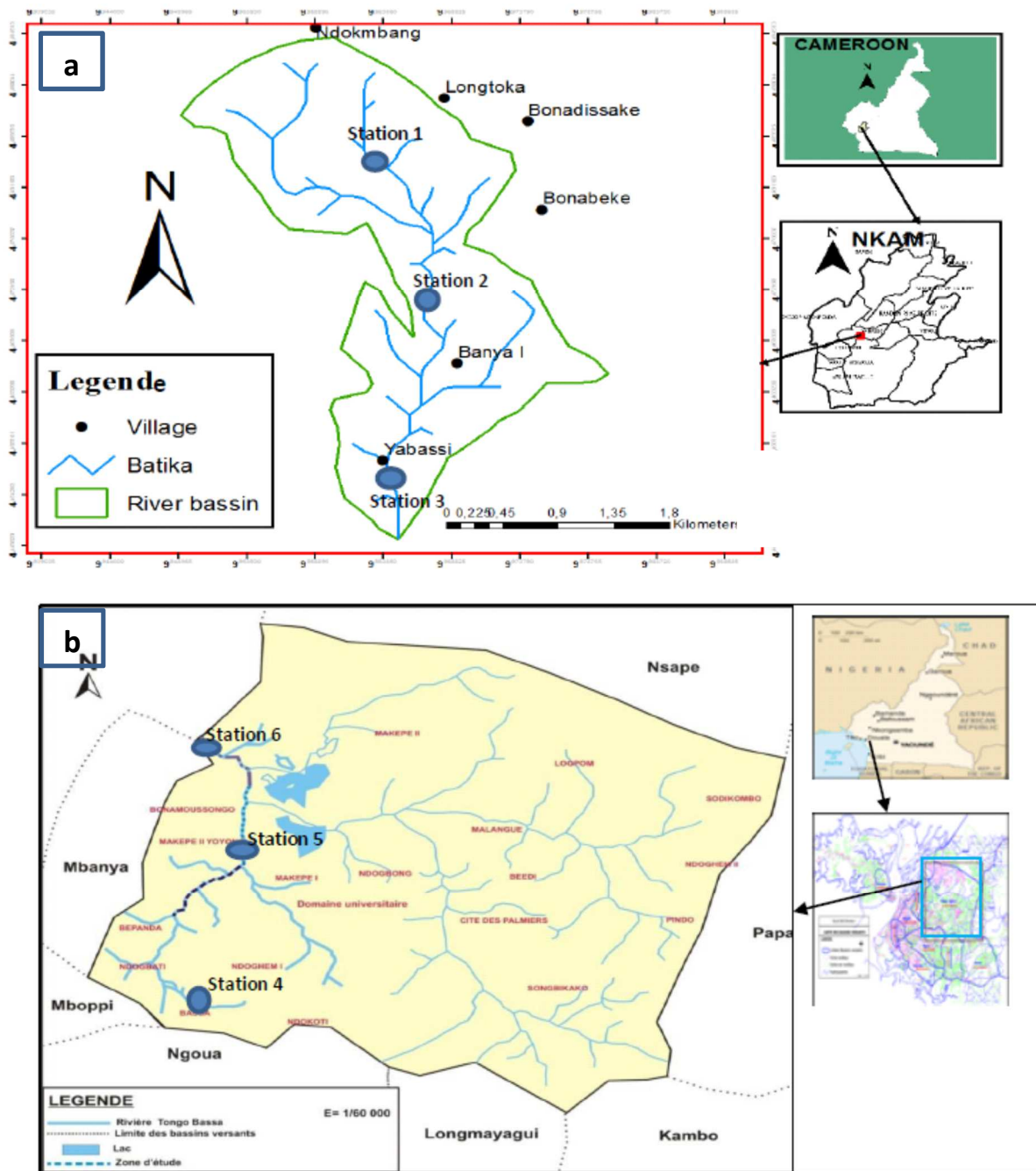


Fig. 1. Localisation des stations d'étude

- Stations d'échantillonnage des sites d'étude : (a) site 1 (Batika) et (b) site 2 (Tongo'o Bassa).

2.2 ECHANTILLONNAGE QUALITATIF

Le substrat solide, comme la surface des pierres et les végétaux immergés situés dans le courant, ont été échantillonnés. Les végétaux ont été pressés pour les espèces herbacées et grattés pour les espèces ligneuses de grand diamètre. Les pierres situées aux abords des cours d'eau ainsi que celles situées en pleine eau de faible profondeur ont été grattées au moyen d'une brosse à dents. Le contenu a été rincé dans un récipient à de l'eau distillée. L'échantillon a été agité et filtré au moyen d'un tamis afin de le débarrasser de restes de macrophytes, de petits cailloux, de feuilles ou d'autres grosses particules. Le contenu a été fixé au formol à 5% de son volume.

2.3 ECHANTILLONNAGE QUANTITATIF

Un bocal a été utilisé pour la récolte du périphyton pressé et gratté selon une surface de (30 × 30) cm², et dilué à de l'eau distillée jusqu'à 60 ml puis fixé au formol à 5% du volume. Chaque bocal a été étiqueté. Ces échantillons ont été introduits dans la glacière pour la conservation à l'obscurité.

2.4 ANALYSE QUALITATIVE DES ALGUES

Au laboratoire, des sous échantillons de 10 ml ont été prélevés. Après sédimentation des individus au fond des Béchers utilisés pour le sous échantillonnage pendant 24 h, une goutte de chaque échantillon a été montée entre lame et lamelle par un compte goutte puis observée au microscope photonique droit. Deux préparations ont été effectuées pour chaque échantillon. Les identifications ont été effectuées directement au microscope photonique (OLYMPUS). Mais des dessins et des photographies ont été effectués pour les individus difficiles à identifier pour plus de détails concernant les mensurations. Les clés d'identification suivantes ont été utilisées : [6], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20].

2.4.1 PREPARATION DES ECHANTILLONS AU LABORATOIRE POUR L'ANALYSE DES DIATOMÉES

Des sous échantillons ont été effectués après homogénéisation et dilués à l'eau distillée. Les lamelles ont été placées à distance régulière sur la plaque chauffante. Après agitation, 0,5 ml du contenu du sous échantillon, a été déposé sur les lamelles et chauffé jusqu'à évaporation. Après dessiccation du matériel, la température a été augmentée pour carboniser la matière organique jusqu'à obtention de la couleur grise. Les lamelles couvre-objet ont été plongées dans de l'eau distillée pour éliminer les cendres. Plusieurs préparations ont ainsi été effectuées avec des dilutions différentes.

2.4.2 OBSERVATION MICROSCOPIQUE ET IDENTIFICATION DES DIATOMÉES

La préparation a été montée entre lame et lamelle. Ce travail au microscope comprend la détermination des espèces et le comptage des valves de Diatomées, comme les petites ornementsations des valves. Les clés d'identifications suivantes ont été utilisées : [12], [21].

2.5 ANALYSE QUANTITATIVE DES ALGUES

Après dépôt des bocaux échantillonnés, une homogénéisation a été effectuée. Des sous échantillons de 10 ml par Bécher ont été effectués. Après agitation de chaque Bécher laissé au repos et à l'obscurité pendant 24 h, 1 ml du contenu a été prélevé par une micropipette puis versé dans la lame de comptage de Malassez. Le microscope photonique de marque OLYMPUS a été utilisé pour le comptage des individus. Au moins 400 individus ont été comptés. L'unité de comptage des filaments a été fixée à 100 µm comme 1 individu. Les colonies et les coenobes ont été considérées comme 1 individu [20].

2.5.1 COMPTAGE DES DIATOMÉES

Le comptage s'est effectué selon la méthode de [12]. Après détermination des Diatomées fréquentes dans un échantillon, le dénombrement des valves de Diatomées a été effectué. Au moins 400 valves ont été comptées. Toutes les valves trouvées en cours de dénombrement ont été identifiées, même celles de taxons qui n'ont pas de valeur indicatrice D. Le comptage s'est effectué sur toute la préparation en tenant compte de toutes les valves intactes ; les cellules entières ont été comptées comme 2 valves. Parmi les fragments, ceux qui présentent au moins une demi-valve ont été comptés.

2.6 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES PHYSIQUES

2.6.1 SECTION MOUILLÉE

Un transect a été réalisé dans chacune des stations d'échantillonnage suivant la procédure ci-après : deux piquets ont été implantés l'un à la rive droite et l'autre à la rive gauche, juste à la limite de la zone humide. Ces piquets sous-tendent perpendiculairement une ficelle horizontale graduée. Ensuite, une règle graduée plongée verticalement dans l'eau a permis de déterminer les profondeurs respectives d'eau et de vase d'une rive à l'autre, en suivant la graduation de la ficelle. Les données obtenues ont permis de déterminer la section mouillée et les profondeurs d'eau pour chaque station.

2.6.2 VITESSE D'ÉCOULEMENT DES EAUX ET DÉBIT

La vitesse (V) d'écoulement des eaux exprimée en m/s a été mesurée à chaque station par la méthode indirecte qui consiste à déterminer à l'aide d'un chronomètre, le temps (t en s) mis par un objet flottant en polyéthylène pour parcourir une distance (d en m) connue, sans obstacle, préalablement définie : $V = d/t$. Le débit de l'eau exprimé en m^3/s a été calculé par la formule $Q = VS$, avec Q = débit en m^3/s , V = vitesse d'écoulement en m/s, S = section mouillée en m^2 .

2.6.3 MESURE DES PARAMÈTRES CHIMIQUES

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés *in-situ* et au laboratoire. La température a été mesurée *in-situ* à l'aide d'un thermomètre à alcool de marque INCOTREM gradué au 1/10 °C et les résultats ont été exprimés en degré Celsius (°C). La conductivité électrique (Cond), la salinité, les solides totaux dissous (TDS), le potentiel d'hydrogène (pH) et l'oxygène dissous ont été mesurés à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA Hi 9829. Les résultats ont été respectivement exprimés en micro-siemens par centimètre ($\mu S/cm$), en unité conventionnelle (UC) et en pourcentage de saturation. Des échantillons d'eau ont été prélevés dans des bocaux en polyéthylène de 1 000 ml, conservés à l'obscurité et au frais à -4 °C dans une glacière. Ils ont été apportés au Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement de l'Université de Yaoundé I pour les mesures des Orthophosphates, nitrates et DBO_5 suivants les méthodes spectrophotométrique et manométrique.

2.7 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

2.7.1 RICHESSE SPÉCIFIQUE

La richesse spécifique (S) est définie par le nombre total de taxons identifiés dans un échantillon. C'est un élément qui indique la variété spécifique du peuplement autrement dit sa richesse en espèces. La richesse spécifique peut bien être un critère distinctif des écosystèmes ou des stations étudiées au sein d'un écosystème donné.

2.7.2 INDICES DE DIVERSITÉ

L'introduction par les écologistes, de la notion de la diversité spécifique avait pour but de rendre compte de l'inégale répartition des individus entre les espèces. Parmi les indices établis pour l'estimation de cette diversité, l'indice de Shannon-Weaver (H') demeure le plus utilisé. Il est doté d'une supériorité incontestable par rapport aux autres. L'indice de Shannon-Weaver représente toute une quantité d'informations sur la structure du peuplement d'un échantillon donné et sur la manière de répartition des individus entre différentes espèces. Un indice de diversité faible indique que la communauté est jeune à haut pouvoir de multiplication avec dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces, tandis qu'un indice élevé caractérise des populations mûres présentant une composition spécifique complexe avec une stabilité du peuplement relativement grande. L'indice de diversité de Shannon (H') relatif à un échantillon correspond à la valeur en bits calculée à partir de la formule : $H' = -\sum_{i=1}^S ((n_i/N) \times \log_2 (n_i/N))$, avec n_i = nombre d'individus appartenant à une espèce, N = nombre total d'espèces. L'équitabilité de Pielou (E') est donnée par la formule : $E' = H'/\log_2 S$, avec S = volume total. L'indice de dominance « d » de Berger-Parker avec pour formule $d = N_{max}/N$; N_{max} est l'abondance maximale ou le nombre d'individus les plus fréquents du milieu et N l'abondance totale. Il établit la dominance des espèces et montre que, si d est faible c'est-à-dire qu'il tend vers 0, la diversité est grande et la dominance est nulle. Lorsque d tend vers 1, les espèces sont dominantes et la diversité est faible. L'indice D de Simpson est $D = \sum N_i (N_i - 1) / (N (N - 1))$. Cet indice représente la probabilité que deux individus choisis au hasard à partir d'un échantillon appartiennent à la même espèce. Pour connaître le nombre d'espèces dominantes, l'indice de Hill est calculé = $(1/D)/\exp H'$. Le coefficient de similitude de Sorensen, lequel met un accent remarquable sur la présence conjointe de deux espèces au même endroit est $Q = [2a/(2a + b + c)]$ avec $0 < Q < 1$, a = nombre d'espèces communes aux deux milieux ; b = nombre d'espèces présentes dans le milieu A et absentes dans le milieu B ; c = nombre d'espèces présentes dans le milieu B et absentes dans le milieu A a été utilisé.

2.7.3 DOMINANCE RELATIVE DES ESPÈCES À FREQUENCE SUPÉRIEURE À 25% DES PRÉLEVEMENTS

Le degré d'organisation de tout peuplement est l'une de ses caractéristiques primordiales. Il reflète principalement la distribution des dominances relatives (D_r) de chaque espèce et le spectre des fréquences relatives de l'espèce la plus abondante à la plus rare. La dominance relative d'une espèce est le rapport entre sa densité spécifique (D_a), en nombre d'espèces par unité de volume et la densité phytoplanctonique totale de l'échantillon (D_t) exprimée par la même unité : $D_r =$

Da/Dt. Plusieurs auteurs rapportent que les espèces qui contribuent pour moins de 1% à la composition quantitative globale sont à négliger; seules celles dont la dominance relative dépasse ce seuil sont considérées dominantes.

2.7.4 DENSITÉ

Le calcul de la densité (D) s'exprime par la formule : $D = N_i \times R \times 1\,000/v$, avec D en nombre d'individus par litre, N_i = nombre d'individus comptés pour l'espèce considérée, R = rapport entre la surface de la cellule de comptage et la surface du champ oculaire, 1 000 = facteur de conversion en litre et v = volume d'échantillon sédimenté en ml.

2.7.5 ANALYSES STATISTIQUES

Microsoft Office Excel 2010 a été utilisé pour le calcul des erreurs types, des écart-types ainsi que la représentation des histogrammes. Ces données sont présentées en termes de moyennes et d'écart-types. La comparaison multiple des groupes a été effectuée par le test paramétrique « one way » ANOVA grâce au logiciel XLSTAT version 11.0.0.28844. Les différences ont été considérées significatives pour $p < 0,05$. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été appliquée à la composition du peuplement afin de regrouper les sites d'échantillonnage en fonction de leurs similarités floristiques. Ces analyses ont été effectuées avec les logiciels XLSTAT version 11.0.0.28844 et Past version 3.02a pour les dendrogrammes. Le regroupement des stations en fonction des variables abiotiques a été effectué pour la représentation des similarités spatiotemporelles des stations par l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendente hiérarchique (CAH) grace au logiciel R version i386 2.15.0.

3 RÉSULTATS

3.1 VARIATION SPATIO-TEMPORELLE DES STATIONS EN FONCTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Les résultats de l'ACP montrent l'organisation des 13 variables mesurés sur les plans F1 x F2, représentés sous forme de cercles de corrélations (Fig. 2). L'axe F1 est corrélé positivement au pH, à la DBO₅, à la Conductivité, aux solides totaux dissous, à la salinité, à l'oxygène dissous et à la largeur du lit mouillé. Le côté négatif est corrélé à la vitesse du courant, à la profondeur de l'eau, aux phosphates, aux températures ambiantes et de l'eau. L'axe F2 est corrélé positivement à l'oxygène dissous, à la largeur moyenne du lit mouillé, à la vitesse du courant, aux phosphates, à la température ambiante, à la DBO₅, aux solides totaux dissous, à la conductivité et à la salinité. Le côté négatif de cet axe est corrélé à la température de l'eau, le pH et les nitrates. La composante factorielle F1 définit un gradient de pollution des cours d'eaux en rapprochant les stations 1, 2 et 3 formant le groupe I et les stations 4, 5 et 6 formant le groupe II (Fig. 3 et 4).

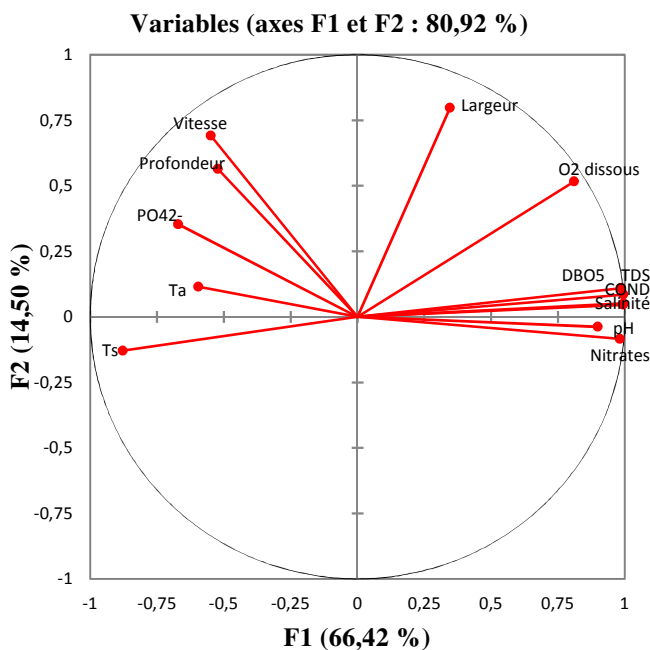


Fig. 2. Représentation des 13 paramètres physico-chimiques dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP (Ta = température ambiante, Ts = température de l'eau, O₂ dissous = oxygène dissous, DBO₅, Cond. = conductivité et TDS = taux de solides dissouts, pH = potentiel d'hydrogène, PO₄²⁻ = phosphates).

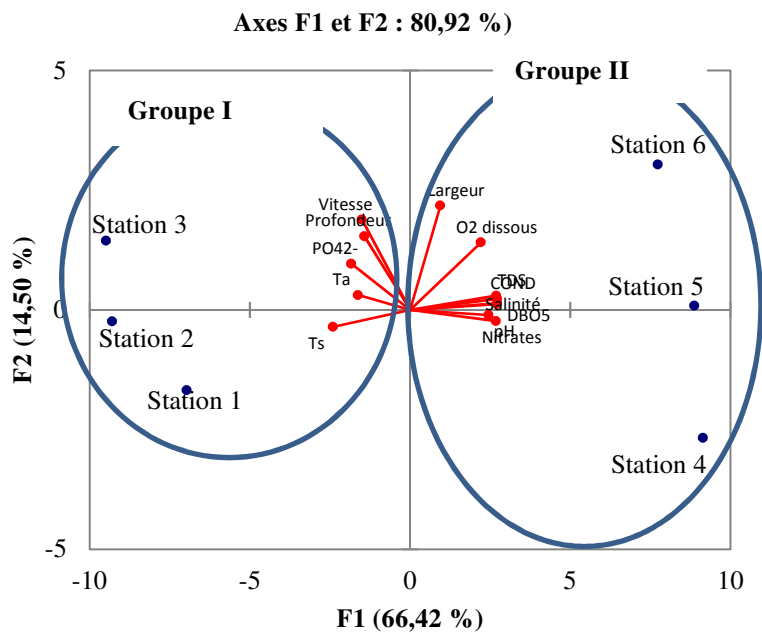


Fig. 3. Rapprochement des stations en fonction des variables abiotiques dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP (Ta = température ambiante, Ts = température de l'eau, O₂ dissous = oxygène dissous, DBO₅, Cond. = conductivité et TDS = taux de solides dissouts, pH = potentiel d'hydrogène, PO₄²⁻ = phosphates)

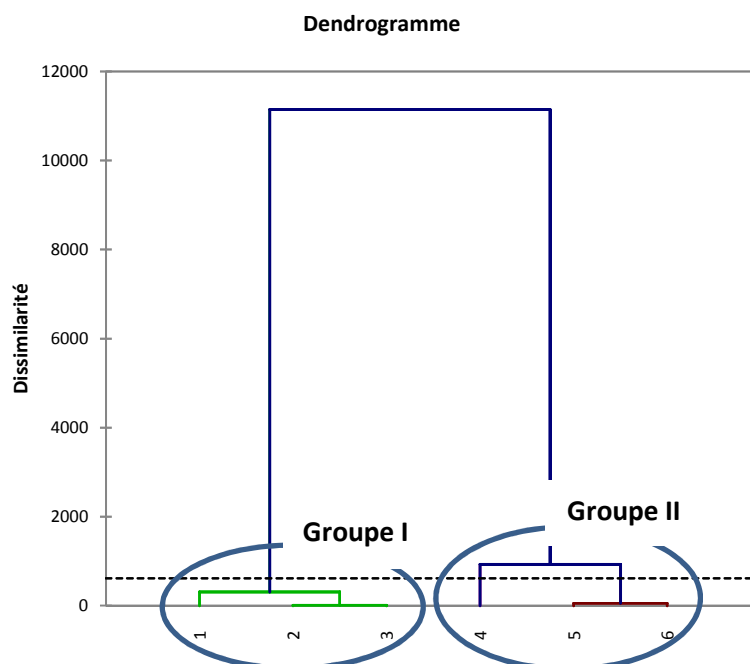


Fig. 4. Classification ascendante hiérarchique (CAH) des stations en fonction des variables abiotiques.

3.2 RICHESSE SPÉCIFIQUE

La richesse spécifique des sites d'étude s'élève à 8 classes réparties en 55 genres et 87 espèces (Tableau 1). La classe la plus importante est celle des Diatomées (39,08%) avec le genre *Cymbella* (4 espèces) suivie des Chlorophycées (26,43%) avec les genres *Chlamidomonas* et *Spirogyra* (4 espèces). Les classes les moins importantes sont celles des Chrysophycées et Prasinophycées (1,14%) avec les genres respectivement *Rhodomonas* et *Pyramimonas* (1 espèce).

Au site 1, la richesse spécifique est élevée à 6 classes réparties en 49 genres et 67 espèces (Figure 5). La classe la plus importante est celle des Diatomées (30 espèces) suivie des Chlorophycées (14 espèces). La classe la moins importante est celle des Dinophycées (2 espèces). Au site 2, la richesse spécifique est élevée à 8 classes réparties en 47 genres et 65 espèces. La classe la plus importante est celle des Diatomées (27 espèces) suivie des Chlorophycées (17 espèces). Les classes les moins importantes sont celles des Chrysophycées et Prasinophycées (1 espèce).

Tableau 1 : Richesse spécifique des sites d'étude.

Classes	Nombre de genres	Nombre d'espèces	Proportions (%)
Diatomées	23	34	39,08
Chlorophycées	14	23	26,43
Zygophycées	5	8	9,19
Euglénophycées	2	7	8,04
Cyanophycées	7	10	11,49
Chrysophycées	1	1	1,14
Prasinophycées	1	1	1,14
Dinophycées	2	3	3,44

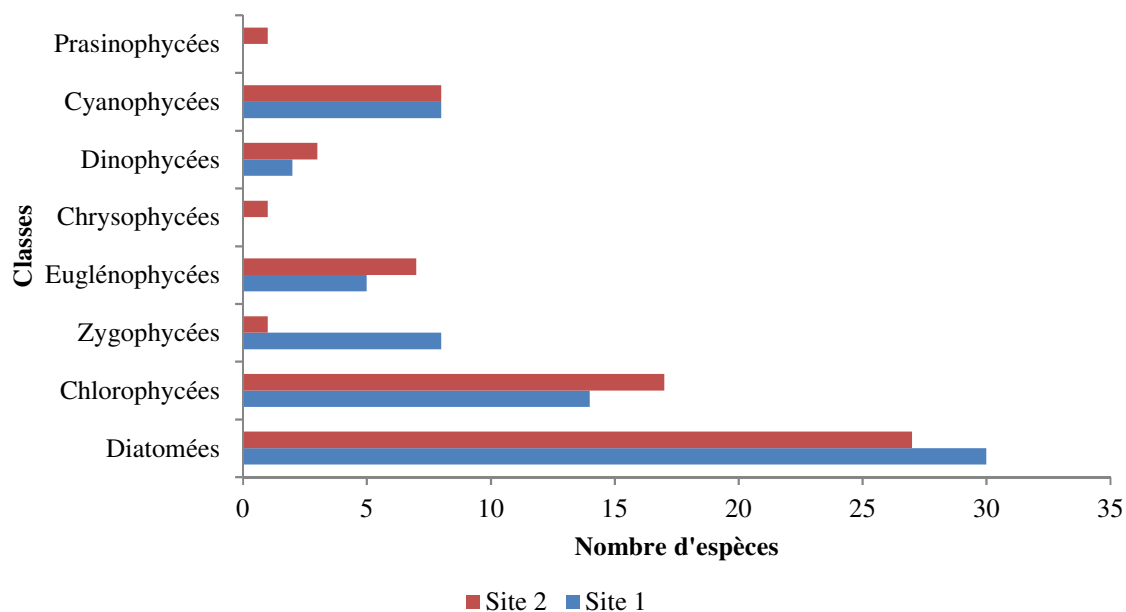


Fig. 5. Richesse spécifique par classe d'algues en fonction du nombre d'espèces des sites d'étude.

3.3 INDICES DE DIVERSITÉ

L'indice de diversité de Shannon est variable entre les habitats et les stations d'étude (Tableau 2). Il reste supérieur chez les épiphytes par rapport aux épilithes à chaque station. Il est maximal chez les épiphytes de la station 1 de 3,293 bits et minimal chez les épilithes de la station 6 de 2,008 bits. L'équitabilité de Pielou suit la même séquence que la diversité de Shannon. Elle est élevée dans toutes les stations ($> 0,5$) et varie de 0,985 (épilithes, station 5) à 0,824 (épiphytes, station 3). La dominance de Berger-Parker est proche de 0 dans toutes les stations d'étude. Elle varie de 0,037 (épiphyte, station 4) à 0,250 (épiphytes, station 3). L'indice D de Simpson varie de 0,142 (épiphytes, station 6) à 0,037 (épiphytes, station 3). L'indice de Hill montre que le nombre dominant d'espèces est variable dans toutes les stations. Il est maximal chez les épiphytes de la station 5 (18 espèces) et minimal chez les épilithes de la station 6 (7 espèces). L'indice de similitude de Sorensen est faible entre les habitats des stations (Fig. 6). Il varie de 0,22 (épiphyte 1-épilithe 1, station 1) à 0,44 (épiphyte 5-épilithe 5, station 5).

Tableau 2 : Répartition des indices de diversité des différents habitats des stations d'étude (H' = indice de Shannon-Weaver, E' = équitabilité, d = dominance de Berger-Parker, D = dominance de Simpson et A = indice de Hill).

Indices			H'	E'	d	D	A
Sites	Stations	Habitat					
1	1	Epiphyte	3,293	0,860	0,150	0,060	16
		Epilithe	2,427	0,946	0,173	0,100	10
	2	Epiphyte	2,901	0,844	0,222	0,094	10
		Epilithe	2,342	0,913	0,200	0,116	8
	3	Epiphyte	2,955	0,824	0,250	0,105	9
		Epilithe	2,800	0,968	0,107	0,066	15
2	4	Epiphyte	3,519	0,947	0,090	0,037	27
		Epilithe	2,868	0,974	0,107	0,061	16
	5	Epiphyte	3,062	0,951	0,128	0,055	18
		Epilithe	2,902	0,985	0,090	0,057	17
	6	Epiphyte	2,605	0,939	0,217	0,092	10
		Epilithe	2,008	0,965	0,214	0,142	7

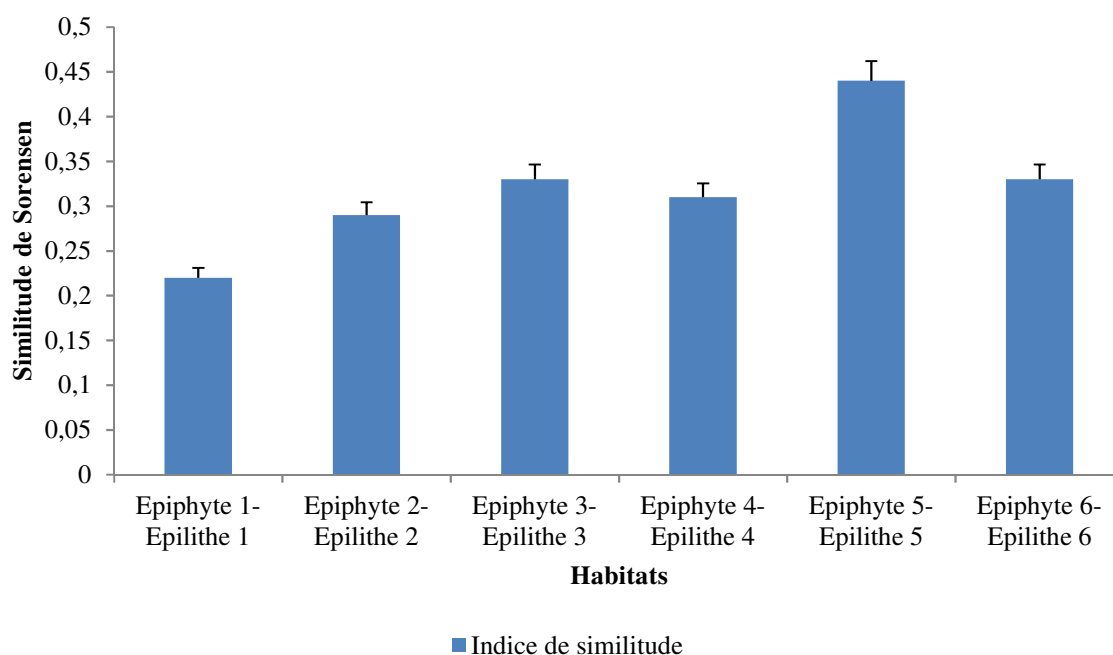


Fig. 6. Variation de l'indice de similitude en fonction des habitats des différentes stations.

3.4 DOMINANCE RELATIVE DES ESPÈCES A FREQUENCE SUPERIEURE A 25% DES PRELEVEMENTS

La dominance relative est supérieure à 1% chez les espèces dont la fréquence relative est supérieure à 25% des prélèvements des stations du site 1, exception faite des espèces *Tabellaria flocculosa*, *Pinnularia gibba*, *Stigeoclonium* sp., *Navicula cryptocephalla* et *Fragilaria capucina* qui ont une dominance inférieure à 1% à la station 1 (Tableau 3a). Parmi ces espèces, *Uronema elongatum* apparaît la plus dominante dans toutes les stations du site 1, d'un maximum à la station 3 de 0,250. Elle est suivie de *Oedogonium* sp. de valeur maximale 0,170 à la station 3. Les espèces les moins dominantes (0,013) appartiennent à la station 2 et sont respectivement : *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Closterium leibleinii*, *Cyclostephanos* sp., *Fragilaria vaucheriae*, *Fragilaria capucina* et *Rivularia aquatica*.

Tableau 3a : Variation des dominances relatives des espèces de fréquence supérieure à 25% des prélèvements dans les stations du site 1.

Espèces	Stations		
	1	2	3
<i>Uronema elongatum</i>	0,155	0,222	0,250
<i>Oedogonium</i> sp.1	0,101	0,167	0,170
<i>Mougeotia</i> sp.	0,015	0,013	0,014
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,007	0,027	0,029
<i>Spirogyra</i> sp.1	0,030	0,013	0,044
<i>Mélosira varians</i>	0,037	0,041	0,073
<i>Pinnularia gibba</i>	0,007	0,027	0,014
<i>Closterium leibleinii</i>	0,030	0,013	0,014
<i>Cyclostephanos</i> sp.	0,022	0,013	0,014
<i>Cyclotella stelligera</i>	0,037	0,027	0,029
<i>Stigeoclonium</i> sp.	0,007	0,013	0,014
<i>Cymbella kappii</i>	0,022	0,056	0,058
<i>Diatoma tenuis</i>	0,015	0,013	0,014
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,022	0,013	0,014
<i>Navicula cryptocephalla</i>	0,007	0,027	0,014
<i>Fragilaria capucina</i>	0,007	0,013	0,014
<i>Rivularia aquatica</i>	0,030	0,013	0,014

Au site 2, toutes les espèces à fréquence relative supérieure à 25% sont dominantes. Cependant, *Rivularia aquatica* est la plus dominante de 0,217 (station 6) par rapport à *Tabellaria flocculosa*, *Lyngbya martensiana*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Thalassiosira pseudonanas*, *Microspora* sp. et *Gloeotrichia* sp. moins dominantes de 0,015 (station 1) (Tableau 3b).

Tableau 3b : Variation des dominances relatives des espèces de fréquence supérieure à 25% des prélèvements dans les stations du site 2.

Espèces	Stations		
	4	5	6
<i>Uronema elongatum</i>	0,030	0,076	0,086
<i>Oedogonium</i> sp.1	0,030	0,128	0,086
<i>Euglena fusca</i>	0,045	0,051	0,086
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,015	0,025	0,043
<i>Lyngbya martensiana</i>	0,015	0,051	0,043
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	0,015	0,025	0,043
<i>Thalassiosira pseudonanas</i>	0,015	0,025	0,043
<i>Euglena mutabilis</i>	0,030	0,076	0,130
<i>Rivularia aquatica</i>	0,090	0,076	0,217
<i>Phacus acuminatus</i>	0,030	0,025	0,043
<i>Microspora</i> sp.	0,015	0,025	0,043
<i>Chlamidomonas ovata</i>	0,030	0,051	0,043
<i>Gloeotrichia</i> sp.	0,015	0,025	0,043
<i>Rhodomonas</i> sp.	0,030	0,025	0,086
<i>Phacus orbicularis</i>	0,015	0,025	0,043
<i>Mougeotia</i> sp.	0,030	0,051	0,043

3.5 DENSITES MOYENNES DES DIFFERENTES CLASSES D'ALGUES DES SITES D'ETUDE

La variation de la densité moyenne des différentes classes d'algues montre 2 zones (Fig. 7). La première zone représentant les stations du site 1 est caractérisée par des valeurs relativement élevées de densité. La deuxième zone, quant à elle montre des valeurs faibles de densité. Elle représente les stations du site 2. Les Chlorophycées restent les plus denses de la station 1 à la station 6 avec une densité maximale de 18 500 ind/l (station 1). Les Cyanophycées et les Diatomées qui apparaissent secondairement, fluctuent entre les stations d'étude. Les Prasinophycées et Chrysophycées demeurent les moins denses et apparaissent uniquement à la station 4 de 400 ind/l. La densité totale décroît de la station 1 (55 600 ind/l) à la station 6 (8 400 ind/l).

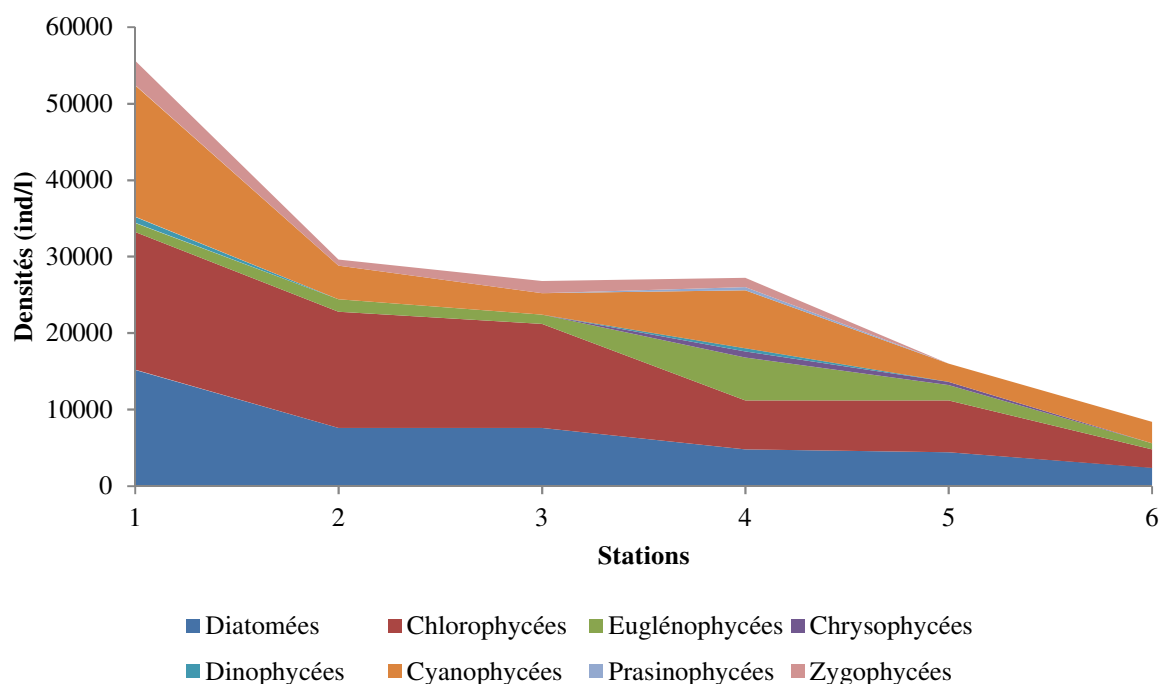


Fig. 7. Densités moyennes des différentes classes d'Algues en fonction des stations.

3.6 VARIATION SPATIOTEMPORELLE DES STATIONS EN FONCTION DES ESPECES

Les résultats de l'AFC montrent 3 groupes de stations définis par des espèces qui leur sont communes (Fig. 8). Les axes F1 et F2 (49,21% d'inertie) sont corrélés négativement au groupe I comprenant les stations 1, 2 et 4, et constitué des espèces *Cosmarium margaritatum*, *Rivularia* sp. 1, *Mélosira varians*, *Peridinium* sp., *Planothidium lanceolatum*, *Glenodinium* sp., *Chlamidomonas* sp. 1, *Closterium* sp., *Cyclostephanos* sp., *Cyclotella stelligera*, *Cymbella kappii*, *Nitzschia intermedia*, *Closterium leibleinii*, *Oscillatoria chalibae*, *Cymbella ventricosa*, *Merismopedia elegans*, *Ankistrodesmus gracilis*, *Astasia torta*, *Nostoc entophyllum*, *Ankistrodesmus* sp., *Gloeocystis* sp., *Tabellaria fenestrata*, *Aphanocapsa littoralis*, *Stigeoclonium aestivale*, *Fragilariforma viriscens*, *Achnanthes minutissima*, *Chlamidomonas ovata*, *Rivularia* sp. 2, *Chlorella* sp., *Euglena fusca*, *Pyramimonas* sp., *Tabellaria binalis*, *Staurastrum* sp., *Phacus longicauda* et *Rivularia* sp. 3. Par contre, ces axes sont corrélés positivement au groupe II comprenant les stations 5 et 6, et constitué par les espèces *Gloeotrichia* sp., *Chlamidomonas* sp. 2, *Ulothrix bipyrenoidosa*, *Spirogyra* sp. 3, *Aulacoseira granulata*, *Chlamidomonas* sp. 3, *Stenopterobia* sp. et *Nitzschia intermedia*. La station 3 par rapport aux axes F1 et F2 est une entité isolée des sites constituant le groupe III dont les espèces sont *Spirogyra gracilis*, *Euglena* sp., *Achnantheidium linearis*, *Closterium acerosium*, *Euglena viridis*, *Epithemia adnata*, *Nitzschia sigma*, *Melosira* sp.

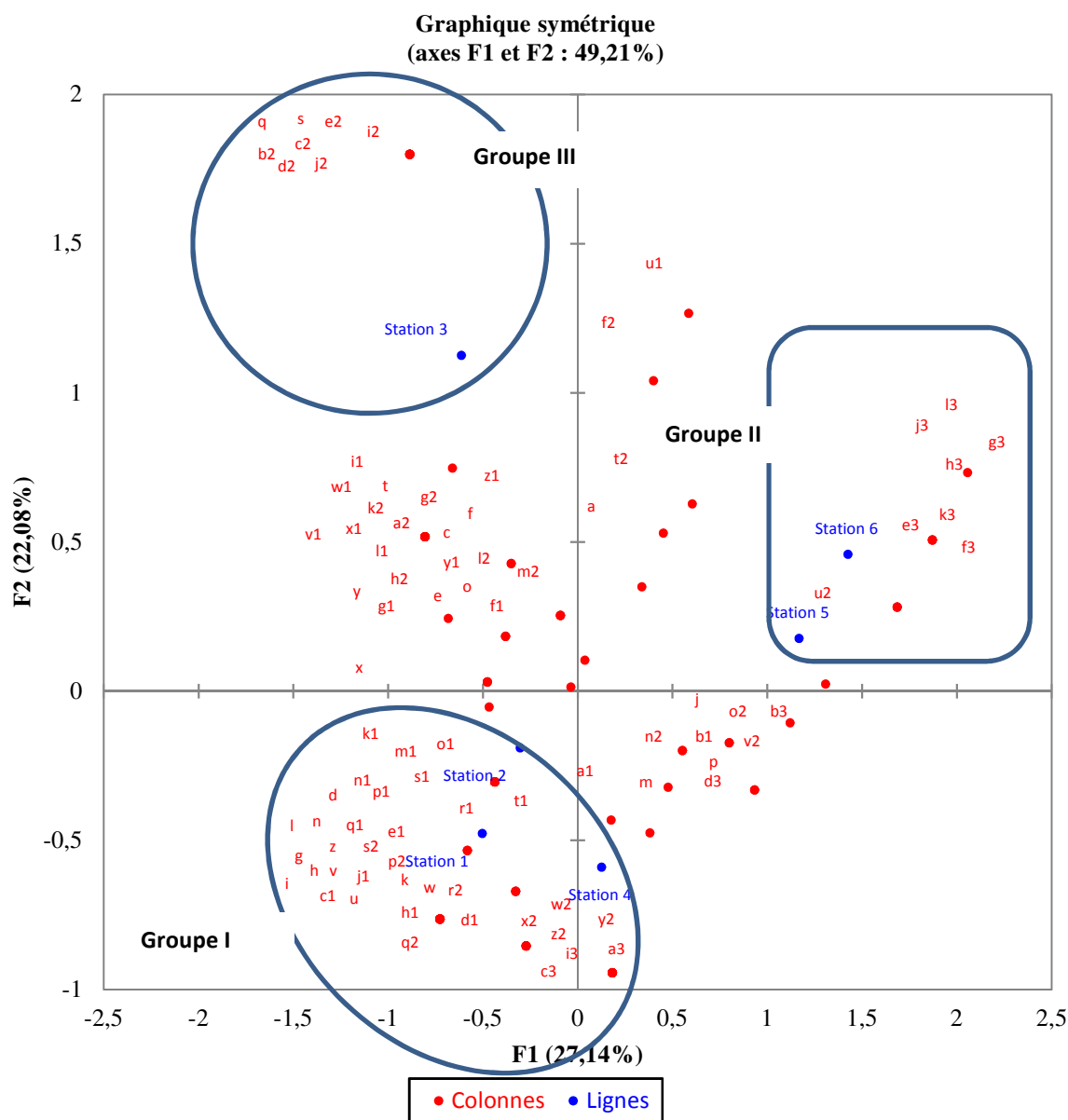


Fig. 8. Variation spatiale des stations en fonction des espèces (*Uronema elongatum* = a, *Oedogonium* sp.1 = b, *Mougeotia* sp. = c, *Cosmarium margaritatum* = d, *Tabellaria flocculosa* = e, *Spirogyra* sp.1 = f, *Rivularia* sp.1 = g, *Mélosira varians* = h, *Peridinium* sp. = i, *Lyngbya martensiana* = j, *Planothidium lanceolatum* = k, *Glennodinium* sp. = l, *Ulothrix zonata* = m, *Chlamidomonas* sp. 1 = n, *Oedogonium* sp.2 = o, *Pseudostaurosira brevistriata* = p, *Spirogyra gracilis* = q, *Pinnularia gibba* = r, *Euglena* sp. = s, *Micrasterias radians* = t, *Closterium* sp. = u, *Cyclostephanos* sp. = v, *Cyclotella stelligera* = w, *Stigeoclonium* sp. = x, *Microcoleus lacustris* = y, *Cymbella kappii* = z, *Diatoma tenue* = a1, *Thalassiosira pseudonanas* = b1, *Nitzschia intermedia* = c1, *Closterium leibleinii* = d1, *Oscillatoria chalibae* = e1, *Clostridium parvulum* = f1, *Cyclotella gamma* = g1, *Cymbella ventricosa* = h1, *Stephanodiscus hanzschuii* = i1, *Merismopedia elegans* = j1, *Ankistrodesmus gracilis* = k1, *Cyclotella ocellata* = l1, *Astasia torta* = m1, *Nostoc entophyllum* = n1, *Ankistrodesmus* sp. = o1, *Gloeocystis* sp. = p1, *Tabellaria fenestrata* = q1, *Aphanocapsa littoralis* = r1, *Stigeoclonium aestivale* = s1, *Fragilariforma viriscens* = t1, *Reinertia* sp. = u1, *Fragilaria vaucheriae* = v1, *Amphora ovalis* = w1, *Euglena mutabilis* = x1, *Navicula cryptocephalla* = y1, *Gonatozygon monotaenium* = z1, *Spirogyra* sp. 2 = a2, *Achnanthis linearis* = b2, *Closterium acerosum* = c2, *Euglena viridis* = d2, *Epithemia adnata* = e2, *Diatomella balfouriana* = f2, *Fragilaria capucina* = g2, *Oscillatoria boryana* = h2, *Nitzschia sigma* = i2, *Mélosira* sp. = j2, *Achnanthes minutissima* = k2, *Actinella* sp. = l2, *Rivularia aquatica* = m2, *Phacus acuminatus* = n2, *Micropora* sp. = o2, *Chlamidomonas ovata* = p2, *Rivularia* sp.1 = q2, *Chlorella* sp. = r2, *Euglena fusca* = s2, *Cymbella turgida* = t2, *Gloeotrichia* sp. 2 = u2, *Rhodomonas* sp. = v2, *Pyramimonas* sp. 1 = w2, *Ophiocytium choleare* = x2, *Tabellaria binalis* = y2, *Staurastrum* sp. = z2, *Phacus longicauda* = a3, *Cymbella naviculiformis* = b3, *Peridinium cinctum* = c3, *Phacus orbicularis* = d3, *Chlamidomonas* sp. 2 = e3, *Ulothrix bipyrenoidosa* = f3, *Spirogyra* sp. 3 = g3, *Aulacoseira granulata* = h3, *Rivularia* sp. 2 = i3, *Chlamidomonas* sp. 3 = j3, *Stenopterobia* sp. = k3, *Nitzschia intermedia* = l3).

4 DISCUSSION

Les valeurs des différentes variables abiotiques observées montrent que les cours d'eau dans chaque site ont approximativement les mêmes caractéristiques physico-chimiques, malgré des variations non significatives observées d'une station à l'autre. La dissemblance spécifique des sites serait en rapport avec les polluants reçus : au site 1, les polluants proviennent des activités agropastorales alors qu'au site 2, ils proviennent des activités industrielles et ménagères. Une autre explication possible viendrait de la nature du substrat drainé par ces deux rivières : au site 1, le substrat est sableux tandis qu'au site 2, il est vaseux. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de [5], qui ont montré que la rivière Kambo située en périphérie de la ville de Douala, non anthropisée reçoit des polluants des activités agropastorales. Ces mêmes auteurs ayant échantillonné sur la rivière Longmayagui de caractéristiques physico-chimiques élevées sont similaires à celles de la rivière Tongo'o Bassa. [22] a montré des résultats similaires sur la rivière Tongo'o Bassa.

La richesse spécifique des sites d'étude s'élève à 87 taxons dans les sites d'étude parmi lesquels 67 taxons à la rivière Batika et 65 taxons à la rivière Tongo'o Bassa. A titre comparatif, [22] a trouvé 34 taxons constitués uniquement du périphyton à la rivière Tongo'o Bassa de Douala (Cameroun). [5] ont trouvé 105 taxons du peuplement algal des rivières Kambo et Longmayagui de Douala (Cameroun). [9] ont trouvé 192 taxons du peuplement algal des rivières du Sud-Est de la côte d'Ivoire parmi lesquels les algues de pleine eau. La variation de la richesse spécifique des milieux montre que les Diatomées (39,08%) apparaissent les plus fréquentes et abondantes dans tous les habitats et les stations de prélèvement. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de [5], [9], [22] qui ont trouvés respectivement 38,23%, 40,59% et 75% de Diatomées dans la composition floristique. Les Diatomées sont des organismes autotrophes les plus diversifiés dans les rivières puisqu'elles ont la possibilité de coloniser toutes les surfaces disponibles. Cette facilité de colonisation justifierait leur prédominance dans la composition taxonomique des algues fixées sur les macrophytes. En outre, les Diatomées peuvent aussi se détacher des supports et se retrouver en dérive dans la colonne d'eau, ce qui expliquerait également leur diversité importante dans le périphyton [9].

La variation du nombre d'espèces des stations montre que la station 1 de la rivière Batika et la station 4 de la rivière Tongo'o Bassa situées en amont de chaque rivière renferment le plus grand nombre d'espèces par rapport aux autres stations. Ces constats peuvent s'expliquer par le fait que la station 1 de la rivière Batika située en dehors du couvert forestier, reçoive moins de polluants, plus de lumière et une vitesse d'écoulement faible. Ce qui permet au périphyton de subir moins d'agression et de stress, favorisant ainsi leur développement. L'indice de diversité est élevé à l'épiphyton qu'à l'épilithon. Les algues fixées sur les macrophytes sont plus diversifiées que les algues fixées sur pierre. Ces pierres situées au fond dans le courant subissent de façon permanente une pression du courant et la sédimentation des particules en suspension. Les épiphytes fréquemment rencontrés dans ces habitats sont de grande taille, coloniales ou filamenteuses. Ces différentes configurations favoriseraient leur résistance aux éléments perturbateurs. La dominance est faible et tend vers 0. Elle traduit la forte richesse spécifique des milieux. D'après [5], la population n'est pas soumise à l'influence d'une seule espèce qui se développe mais plutôt à un fort développement de plusieurs individus différents. [23] ont montré qu'une diversité faible caractérise une population jeune à haut pouvoir de multiplication avec prédominance d'une espèce ou d'un petit nombre d'espèces, tandis qu'une diversité élevée caractérise au contraire des populations sénescents présentant une composition spécifique complexe. D'après les résultats obtenus, il y a une forte similitude entre la régularité et l'indice de diversité. Or, [5] ayant fait ce constat aux rivières Kambo et Longmayagui, signalent que la similitude entre les variations de la régularité et celles de l'indice de diversité spécifique est une preuve que ces rivières sont plus influencées par la richesse spécifique que par une répartition plus ou moins équitable des espèces présentes instantanément dans ce milieu. La dominance des espèces des stations est marquée par les Chlorophycées situées sur les macrophytes à savoir 3 espèces filamenteuses, *Uronema elongatum*, *Oedogonium* sp. 1 et *Mougeotia* sp. Ces espèces sont de grande taille au site 1 et de petite taille au site 2. La rivière Tongo'o Bassa est très polluée. La couleur sombre de l'eau limite le développement algal car elle empêche la lumière de traverser pour la photosynthèse. La variation de la densité suit la même séquence que la dominance. Les Chlorophycées dominantes susmentionnées auraient une forte capacité à se développer sur les macrophytes et à s'épanouir dans les eaux de la rivière Batika. Le mélange, la température et les disponibilités en lumière et nutriments, fluctuent sur des échelles de temps différentes et peuvent influencer la dynamique des algues. Les fortes densités algales caractérisant le secteur amont du site 1 s'accordent bien avec les quantités des matières organiques particulières élaborées grâce à l'autotrophie des macrophytes [6], [9], [24], [25]. Pour sa croissance et sa reproduction, le phytoplancton a besoin d'énergie lumineuse et de nutriments. Dans ce sens, [26] montre que le mélange vertical de la colonne d'eau influence la dynamique des populations phytoplanctoniques : la turbulence stimule la croissance des Diatomées, les Dinophycées se développant, à l'inverse, lorsque la colonne d'eau est stratifiée.

La répartition des stations selon les espèces d'après l'analyse factorielle des correspondances montre que les stations 1, 2 et 4 sont proches ainsi que les stations 5 et 6 formant des groupements différents. Ce qui pourrait traduire des similarités pour ces stations non seulement en termes d'apport de polluants, d'éléments de minéralisation de l'eau, mais aussi de la végétation ceinturant et des activités anthropiques [9]. Les changements globaux, et notamment la dégradation du milieu peuvent fortement impacter les communautés périphytiques. Ces pressions globales se combinent aux pressions locales générées par

les activités anthropiques qui exercent à l'échelle de chaque écosystème [22]. Dans le même sens [27] ayant travaillé sur la structure, la dynamique et les typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l'estuaire du Bou Regreg (côte atlantique marocaine) a montré que les turbulents et l'action des brouteurs, peuvent altérer l'évolution d'une population en provoquant des augmentations ou des diminutions numériques même à court terme. Par ailleurs, la composition spécifique et la dynamique des populations algales sont influencées par d'innombrables facteurs chimiques tels que la quantité d'éléments nutritifs bio-disponibles, physiques comme la lumière, la température, l'hydrodynamique et le brassage de la colonne d'eau et par les interactions biologiques, comme le broutage par le zooplancton, la compétition interspécifique et le parasitisme [22], [5].

Comparés aux animaux, ces peuplements algaux représentent un très bon outil pour appréhender la biodiversité, la dynamique spatiotemporelle et le fonctionnement des hydrosystèmes. En effet, du fait de leur faible longévité et de leur taux élevé de multiplication, les algues intègrent un pas de temps très court et permettent une saisie quasi immédiate des changements écologiques naturels (ou provoqués) [3], [28].

5 CONCLUSION

La présente étude a permis de connaître la composition, la structure et la dynamique spatio-temporelle des algues périphytiques en relation avec les caractéristiques abiotiques des rivières Batika (Yabassi) et Tongo'o Bassa (Douala). Les variations des paramètres abiotiques sont plus marquées au niveau spatial que temporel. A l'exception de la température, tous les paramètres mesurés varient significativement du site 1 au site 2. En outre, la nature du substrat et des polluants influencent la conductivité et la salinité. Selon le type de cours d'eau, le débit est proportionnel à l'oxygénation. L'inventaire de la microflore algale a permis de recenser 87 espèces, parmi lesquelles environ 39,08% de Diatomées, 26,43% de Chlorophycées, 11,49% de Cyanophycées, 09,19% de Zygothycées, 08,04% d'Euglénophycées, 03,44% de Dinophycées, 01,14% respectivement de Chrysophycées et Prasinophycées. Les compositions algales des deux cours d'eau ont montré de nombreuses similitudes du fait de leur température et pH assez semblables. Le nombre de taxons recensés varie de 67 (rivière Batika) à 65 (rivière Tongo'o Bassa). Les communautés algales des stations en amont comparées à celles obtenues dans les stations en aval des cours d'eau ont montré peu de différences au niveau périphytique. Les communautés algales de la rivière Batika comparées à celles de la rivière Tongo'o Bassa ont montré des différences spécifiques. Les résultats de cette étude indiquent que la rivière Batika (site 1) est non polluée alors que la rivière Tongo'o Bassa (site 2) est polluée. Une surveillance, basée sur les indices biologiques de ces algues pourrait être mise au point dans le but de prévenir les risques de perturbation dus aux pollutions diverses.

REFERENCES

- [1] Grogga, N., *Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire)*, Thèse de Doctorat, université de Toulouse, p. 224, 2012.
- [2] A. Beyene, T. Addis, D. Kifle, W. Legesse, H. Kloos, L. Triest, "Comparative study of diatoms and macroinvertebrates as indicators of severe water pollution: Case study of the Kabena and Akaki rivers in Addis Ababa, Ethiopia", *Ecol. Indic.*, vol. 9, pp. 381-392. 2009.
- [3] Mouelhi, S., *Etude écologique de la retenue de Sidi Salem : Aspects physicochimiques des eaux et dynamique des peuplements zooplanctoniques*, Thèse de doctorat en sciences biologiques, université de Tunis II. p. 126, 2000.
- [4] B. W. Sweeney, T. L. Bott, J. K. Jackson, L. A. Kaplan, J. D. Newbold, L. J. Standley, W. C. Hession, R. J. Horwitz, "Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem service", *Proc. Natl. Acad. sci.*, vol. 101, pp. 14132-14137, 2004.
- [5] S. D. Dibong, G. P. Ndjouondo, "Inventaire floristique et écologie des algues des rivières Kambo et Longmayagui de la zone humide de Douala (Cameroun)", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 8, no. 6, pp. 2560-2577, 2014.
- [6] R. J. Priso, G. O. Oum, N. Din, "Utilisation des macrophytes comme descripteurs de la qualité des eaux de la rivière Kondi dans la ville de Douala (Cameroun-Afrique Centrale)", *J. Appl. Biosci.*, vol. 53, pp. 3797-3811, 2012.
- [7] L. P. Agendia, T. Fonkou, D. J. Sonwa, R. Mefenya, Y. M. Kengne, A. J. M. Zambo, "Collecte, épuration et évacuation des eaux usées dans les lotissements Sic-Maetur de Yaoundé", *Rev. Geogr. Cam.*, vol. 2, pp. 173-192, 2000.
- [8] Neveu, A., Riou, C., Bonhomme, R., Chassin, P., Papy, F., *L'eau dans l'espace rural, vie et milieux aquatique*, INRA, Paris, 2001.
- [9] K. F. Konan, J. E. Niamien-Ebrottié, O. E. Edia, A. Ouattara, G. Gourène, "Composition et variation spatio-saisonnière du peuplement algal des rivières côtières la Côte d'Ivoire", *Journal of Applied Biosciences*, vol. 66, pp. 5147-5161, 2013.
- [10] Tatso, R., *Etude exploratoire des techniques de réalisation des cartes d'aléa d'inondation : cas de la ville de Douala Cameroun*, Projet personnel M2 IASIG 2010-2011, Université Douala/ENSG UMLV, p. 16, 2011.

- [11] Folack, J., Mbome, I. L., Bokwe, A., Tangang, A., *Profil côtier du Cameroun. Projet Grand Ecosystème Marin du Golfe de Guinée, Ministère de l'environnement et des forêts*, p. 73, 1999.
- [12] Berne, *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : donnée Niveau R (région)*, OFEV, p. 122, 2007.
- [13] Bourrelly, P., *Les algues d'eau douce : algues vertes*, Ed. N. Boubée et Cie, Paris, 1966.
- [14] Bourrelly, P., *Les algues d'eau douce : algues jaunes et brunes*, Ed. N. Boubée et Cie, Paris, 1968.
- [15] Bourrelly, P., *Les algues d'eau douce : algues bleues et rouges*, Ed. N. Boubée et Cie, Paris, 1970.
- [16] P. Compère, "Algues du Sahara et de la région du Lac Tchad", *Bull. Jard. Bot. Nat.*, vol. 37, no. 2, pp. 109-288, 1967.
- [17] P. Compère, "Algues de la région du lac Tchad. II Cyanophycées". *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol*, vol. 8, no. 3-4, pp. 165-198, 1974.
- [18] P. Compère, "Algues de la région du lac Tchad. VI. Chlorophycophytes (2^e partie : Ulotrichophycées, Zygnématacées) ", *Cah. O.R.S.T.O.M., ser Hydrobiol*, vol. 10, no. 3, pp. 135-200, 1976.
- [19] R. Grönblad, G.A. Prowse, A.M. Scott, "Sudanese Desmids", *Acta Botanica Fennica*, vol. 58, no. 1-82, 1958.
- [20] A. Iltis, *Les algues*, In : J.R. Durand, C. Lévêque, (Eds), Flore et Faune aquatique de l'Afrique Sahélo – Soudanienne. Tome 1. ORSTOM, collection initiation, documents techniques n° 44, Paris, pp. 9-61, 1980.
- [21] R. Camerlo, R. H. Grethe, A. S. Caren, T. John, R. H. Berit, Identifying marine phytoplankton, Academic press, 1997.
- [22] Fokou, T. G., *Inventaire floristique et écologie des macrophytes aquatiques et des microalgues de la rivière Tongo'o bassa à douala (cameroun)*, Mémoire, Université de Douala, p. 51, 2015.
- [23] N. Kemka, T. Njine, T. S. H. Zébazé, D. Niyitegeta, M. Nola, F. Menbohan, "Phytoplancton du lac municipal de Yaoundé : succession écologique et structure des peuplements", *Journal Water Science*, vol.17, no. 3, pp. 301-316, 2004.
- [24] Pannard, A., *Dynamique du phytoplancton et flux sédimentaires en réponse aux perturbations par le vent et la pluie dans les systèmes lentiques*, Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, p. 189, 2006.
- [25] Sanaa, B., *Structure, dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l'estuaire du Bou Regreg (côte atlantique marocaine)*, Université Mohammed V – Agdal, Faculté des sciences, p. 233, 2006.
- [26] K. S. McCann, "The diversity-stability debate". *Nature*, vol. 405, no. 6783, pp. 228-233, 2000.
- [27] K. Atanle, M. Bawa, M. Kokou, B. G. Djaneye, M. F. Etorh, "Distribution saisonnière du phytoplancton en fonction des caractéristiques physico-chimiques du lac de Zowla (Lac Bako) dans le Sud-Est du Togo: cas de la petite saison sèche et de la grande saison sèche", *J. Appl. Biosci.*, vol. 64, pp. 4847-4857, 2013.
- [28] M. Hasnaoui, S. Souissi, G. Balvay, "Distribution temporelle du phytoplancton dans un étang d'alévinage (station de la Deroua, Béni-Mellal, Maroc) ", *Sud Sciences et Technologies*, no. 13-24, 2007.

AN IMPROVEMENT CLASSIFICATION ALGORITHM UTILIZING STREAMING DATA

Hind Ra'ad Ibraheem and Enas Mohammed Hussein

Computer Science Department, AL-Mustansiriyah University, Iraq

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

ABSTRACT: The data stream has recently emerged in response to the continuous data problem. Stream data is usually in vast volume, changing dynamically, possibly infinite, and containing multi-dimensional features. The attention towards data stream mining is increasing as regards to its presence in wide range of real-world applications, such as e-commerce, banking, sensor data and telecommunication records. Similar to data mining, data stream mining includes classification, clustering, frequent pattern mining etc. techniques; the special focus of this paper is on classification methods invented to handle data streams. Performance of data stream classification is measuring by involving processing speed, memory and accuracy. Also, a classification algorithm must meet several requirements in order to work with the assumptions and be suitable for learning from data streams so studying purely theoretical advantages of algorithms is certainly useful and enables new developments. Here we present a comprehensive survey of the state-of-the-art data stream mining algorithms with a focus on classification because of its ubiquitous usage. It identifies mining constraints, proposes a general model for data stream mining, and depicts the relationship between traditional data mining and data stream mining. In this paper, we propose a new streaming data classification algorithm based on Hoeffding tree algorithm called Fast Decision Tree Algorithm (FDTA) as an improvement method to classify stream data and compared between them according to the three measures which are classification accuracy, memory space and execution time.

KEYWORDS: Data Stream, Data Stream mining, Data Stream classification, Hoeffding tree algorithm, FDTA.

1 INTRODUCTION

Dramatic growth in information technology and vast volume of generated data has made new challenging discovery tasks in processing of data. The term "data stream" is defined as a sequence of data that arrives at a system in a continuous and changing manner. Data stream can be conceived as a continuous and changing sequence of data that continuously arrives at a system to be stored or processed [1].

Data streams have some characteristics in common such as massive, temporally ordered, fast-changing and potentially infinite in length. According to [2], there are some reasons which distinguish data streams from traditional data mining:

- The size of data streams is potentially boundless.
- The elements of stream arrive on-line.
- Because of limitations in memory space, after processing of an element, system discards (or summarizes) it.
- The system cannot control or determine how data elements arrive.

Emails, sensor data, websites customer click stream, network traffic, weather forecasting data etc. are some examples of data stream. Data stream mining comprises three main techniques such as clustering, classification and frequent pattern mining.

Other sources can be sensors situated in medical domain to monitor health conditions of patients, twitter posts and many more [3]. The above mentioned sources are not only produce stream data, but they produce them in huge amount (of scale in terabyte or petabyte) and at high speed. Now mining such huge data in real time raises various challenges and has become a hot area of research recently. These challenges include memory limitation, faster computing requirements etc. Apart of these

challenges, streaming data has inherent the evolution that means the concept being mined evolve and change over time. This challenge itself poses several other issues in streaming data mining [4].

The data stream mining task can be consider same as traditional data mining task in terms of objective but quite different in terms of processing or the executing mining task. The reason behind this difference is the underlying of infinite high speed data streams. It makes the traditional data mining algorithms and techniques incapable of appropriately handling data stream and yields the requirement of algorithm suitable for streaming data mining [5].

This paper presents an overview of streaming data mining along with major issues and challenges associated with it. Section-1 introduces the data stream as well as the need of stream data mining, new algorithms, performance measures. Section-2 describe algorithms of classification available for streaming data mining. Then after section-3

2 STREAM DATA MINING ALGORITHMS

Data stream mining are classified basically in classification, clustering and pattern mining. One goal of data stream mining is to create a learning process that linearly increases according to the number of examples. Moreover, as data continuously arrive with new information, the model that was previously induced not only needs to incorporate new information, but also eliminates the effects of outdated data. Simply retraining the model with new examples is ineffective and inadequate; therefore, another goal of data stream mining is to update its model incrementally as each example arrives [6]. The focus of this paper is on classification techniques. In stream data mining scenario, following significant algorithms in category of classification are available:

2.1 STREAM DATA CLASSIFICATION ALGORITHMS

Classification is a supervised learning techniques which aims to predict of an independent variable (class label) according to some values of an instance. Making a classification model has two main phases: 1) Model creation, 2) Model evaluation. At the first phase, a learning algorithm uses dataset to create a model which is able to predict class label. The second phase tries to investigate the accuracy parameters of created model [7].

Various classification algorithms for streaming data have been devised from time to time in the last decade. Each algorithm has its own capabilities and key focus to avert challenges of stream data mining. Some of available streaming data classification algorithms along with their key features are chronologically listed in table (1.1)

Streaming classification algorithm	Year	Key features
VFDT[8]	2000	It uses Hoeffding bound to assess the number of minimum instances demand to grow decision tree. Require lesser memory.
CVFDT[9]	2001	It is the advancement of VFDT that has the ability to adaptation to concept drift.
Streaming ensemble algorithm (SEA)[10]	2001	Provide robustness and treats concept drift but need to be carefully used with high speed data stream.
UFFT [11].	2004	Introduced a forest having binary trees (for each pair of class) in case of multiclass problem. It utilize restricted memory.
IOLIN [12].	2008	Variation of OLIN that preserve on model updating until sufficient concept drift thereby keeps computational effort significantly.
Similarity-based Data Stream Classifier [13].	2013	Uses a new insertion/removal methods for quickly capturing and representing changes in data to enhance performance. Also incorporate new class labels and discards obsolete class labels during the execution.

2.2 Hoeffding Tree Algorithm

Before starting a Hoeffding algorithm, first of all we define classification problem is a set of training examples of the form (x, y) , where x is a vector of d attributes and y is a discrete class label. Our goal is to produce from the examples a model $y=f(x)$ that predict the classes y for future examples x with high accuracy. Decision tree learning is one of the most effective

classification methods. A Decision tree is learned by recursively replacing leaves by test nodes, starting at the root. Each node contains a test on the attributes and each branch from a node corresponds to a possible outcome of the test and each leaf contains a class prediction. All training data stored in main memory so it's expensive to repeatedly read from disk when learning complex trees so our goal is design decision tree learners than read each example at most once, and use a small constant time to process it[14].

So key observation is find the best attribute at a node. So for that consider only small subset of training examples that pass through that nodes. Choose the root attribute. Then expensive examples are passed down to the corresponding leaves, and used to choose the attribute there, and so on recursively. So use Hoeffding bound to decide, how many examples are enough at each node???

$$\epsilon = \sqrt{(R^2 \ln(1/\delta))/2n} \dots (1)$$

Algorithm (1.1) Hoeffding tree induction algorithm.

- 1: *HT* be a tree with a single leaf (the root)
- 2: **for all** training examples **do**
- 3: Sort example into leaf *l* using *HT*
- 4: Update sufficient statistics in *l*
- 5: Increment *n_l*, the number of examples seen at *l*
- 6: **if** $NL \bmod N_{min} = 0$ **and** examples seen at *l* not all of same Class **then**
- 7: Compute $I(XL)$ for each attribute
- 8: Let X_a be attribute with highest I
- 9: Let X_b be attribute with second-highest I
- 10: Compute Hoeffding bound
- 11: **if** $X_a \neq X_b$; **and** $(I(X_a) - I(X_b) > \epsilon \text{ or } \epsilon < \tau)$ **then**
- 12: Replace *l* with an internal node that splits on X_a
- 13: **for all** branches of the split **do**
- 14: Add a new leaf with initialized sufficient statistics
- 15: **end for**
- 16: **end if**
- 17: **end if**
- 18: **end for** [15].

A. Strengths and weakness of Hoeffding tree algorithm

It contains such advantage, in that one is Scales better than traditional methods in terms of Sub linear with sampling and it utilization very small memory. Second it makes class predictions in parallel and new examples are added as they come.

Also, Hoeffding tree algorithm have Weakness that one is could spend a lot of time with ties. Second is Memory used with tree expansion and large Number of candidate? Attributes [16].

3 THE PROPOSED ALGORITHM

Our proposal will called **fast decision tree (FDT)** which is an improvement on the basic algorithm of Hoeffding tree, which is suffering from decided between two very similar attribute(when two attributes has identical gain) it takes long time to decide between them, *t* (*tie breaking*) is an algorithm is used to decide between them. *T* has a domain and fall in (0-1), in experiments is it specified as 0.05. From the experiment *t* also shown has the effect on the splitting process in order to create the decision tree. Accordingly, *t* will generated in many values by experiments it had reached to the best values between (0-1) increasing in order fashion, and with each generated value the three standard measurements will be computed which are the

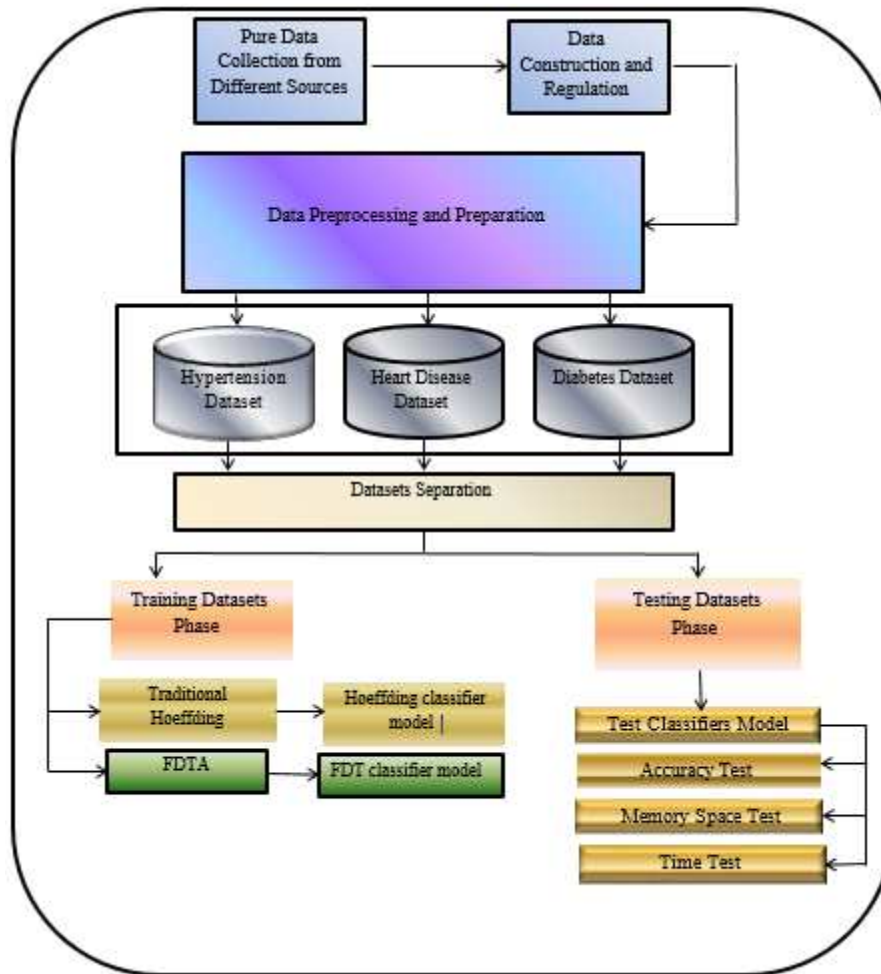


Figure 1 general view diagram

The above diagram will explained in the following steps:

- 1- **Pure Data Collection from Different Sources:** datasets were collected from different sources.as shown in the above diagram there are three datasets were used. The first dataset are hypertension dataset were gathered from real world (from Iraqi hospital), whereas data were collected directly from the patients file. And many preprocessing steps conducted on it in order to preparing it and be convenient to applying classification algorithms. The two others datasets which are diabetes and heart disease datasets were taken from *UCI* machine learning repository.
- 2- **Data Construction and Regulation:** Here these collections of diverse data were constructed analyzed. Each data disease was organized according to the set of disease indicators and its possible values.
- 3- **Data preprocessing and preparing:** Today's real-world databases are highly susceptible to noisy, missing, and inconsistent data due to their typically huge size (often several gigabytes or more) and their likely origin from multiple, heterogeneous sources. Low-quality data will lead to low-quality mining results. In order to improve the quality of data, consequently, improve the quality mining results, theses data must be processed. It is the most important step, whereas after data have been collected from various sources, now it must be cleaned from a noisy, outliers and missing values (*data cleaning*). *Data integration* merges data from multiple sources into a cohesive data store such as a data warehouse. *Data reduction* can reduce data size by, for instance, aggregating, eliminating redundant features, or clustering. Removing redundancies and normalization another significant stages in preprocessing. Feature selection also another significant stage in preprocessing to choose the most important features only as an active indicator to classify instances. The three datasets were cleaned and removed any redundancies and missing values. And the attributes value be normalized into a specific range in order to facilitate instances classification process.
- 4- **Datasets Separation:** After the datasets had been processed, a simple splitting partitions are conducted to the datasets that divided it into two subsets which are the training set (which the algorithm is applied on it to build the classifiers models)

and the second one are the testing subset (these subsets used to evaluated the induced classifier).It is common to designate (2/3) of the data as training data sets and (1/3) of the data as testing data sets. This stage includes two phases:-

- *Training phase*: involves building a classifiers models induced by applying above mentioned four classification algorithms.
- *Testing phase*: the evaluation of the induced classifiers in this step.

The evaluation being under different measurements which are calculated through classification accuracy, memory space, execution time, error rate and precision.

5- Applying the classification: traditional Hoeffding tree algorithm and fast decision tree algorithm also are carrying out on the training datasets and a classifier models were created depending on it.

After that the testing phase is beginning in order to check the classifiers validity. The classifiers are tested according to the classification accuracy, memory space and execution time.

4 DATASET USED

Dataset is a collection of set of information which is comprised of separate elements. Here we gathered the three datasets from different sources, the first dataset which are hypertensive dataset, we obtained it directly from the Iraqi hospitals(collected manually), the patients file were taken and data which include medical information about their health like analyses laboratory results and hypertension measurement were extracted and be analyzed and preprocessed. The second and third datasets are heart disease and diabetes dataset are obtained from *UCI* repositories. The datasets then also preprocessed to be ready to apply the two algorithms. We focused on an important attributes like cholesterol, serum triglyceride, serum low density lipoprotein, serum high density lipoprotein, serum very low density lipoprotein. Which are considered a very significant indicator to decide if the person is sick or healthy. There are four various datasets sizes in our datasets (10000-25000-50000-100000) instances. This dataset used for classifying each instance as sick or healthy.

5 EXPERIMENTAL RESULTS

We developed an application in visual basic language, the application is carried out with several steps. So accordingly, evaluation of results will be shown and accuracy, time (by time we mean the time needed to build a tree) and memory space has been considered for measuring the overall performance. The three datasets were used in order to build the two classifier. The first one induced from applying Hoeffding tree algorithm and the second one was induced from the proposed algorithm (FDTA). Then these classifiers were tested and compared according to their obtained result.

6 ACCURACY

It means that how much our system is accurate enough to classify between normal and anomalous behavior. It is calculated as,

$$A = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2)$$

Where,

- TP – is the True Positives which mean positive cases are correctly identified.
- TN – is the True Negatives which mean positive cases are incorrectly identified.
- FP – is the False Positives which mean negative cases are incorrectly identified as positive.
- FN – is the False Negatives which mean positive cases are incorrectly identified as negative.

Table 1.2 Hoeffding vs. FDTA for Data set-1

Data set Size	Training records number	Tasting records number	Hoeffding Accuracy (%)	FDTA Accuracy (%)
10000	6667	3333	47.7047	72.7668
25000	16667	8333	48.3739	71.6260
50000	33333	16667	49.1690	73.5929
100000	66676	33334	50.2344	72.8443

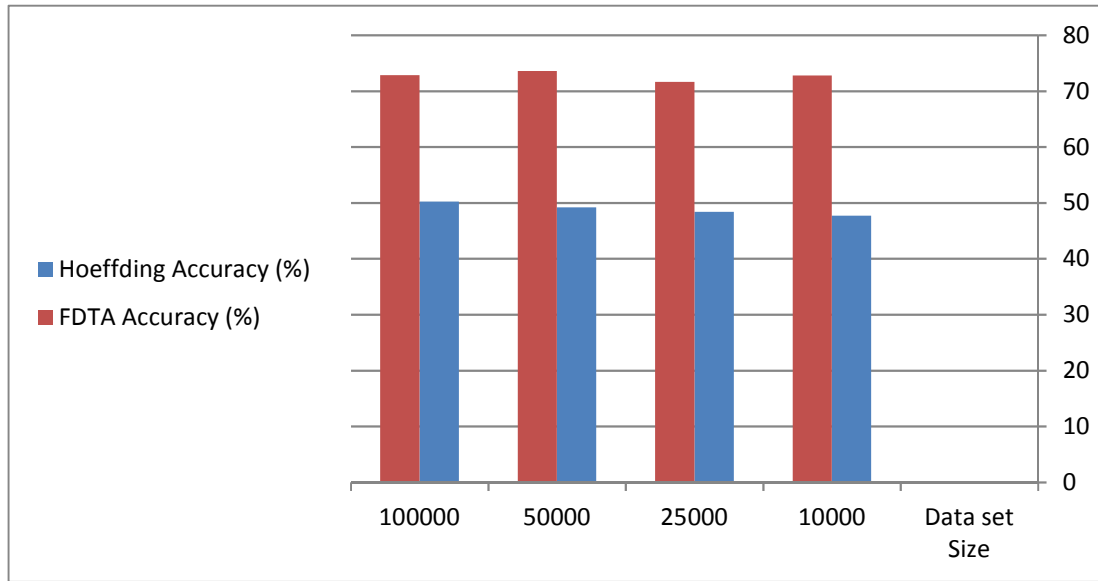


Figure 2 dataset-1 chart for Hoeffding vs. FDTA

From table (1.2) and figure 2 above one can see that FDTA has obtained higher accuracy than traditional Hoeffding tree algorithm.

Table 1.3 Hoeffding vs. FDTA for Data set-1

Data set size	Training records number	Testing records number	Hoeffding execution time (millisecond)	FDTA Execution time (millisecond)
10000	6667	3333	45	18
25000	16667	8333	82	33
50000	33333	16667	148	92
100000	66666	33334	194	165

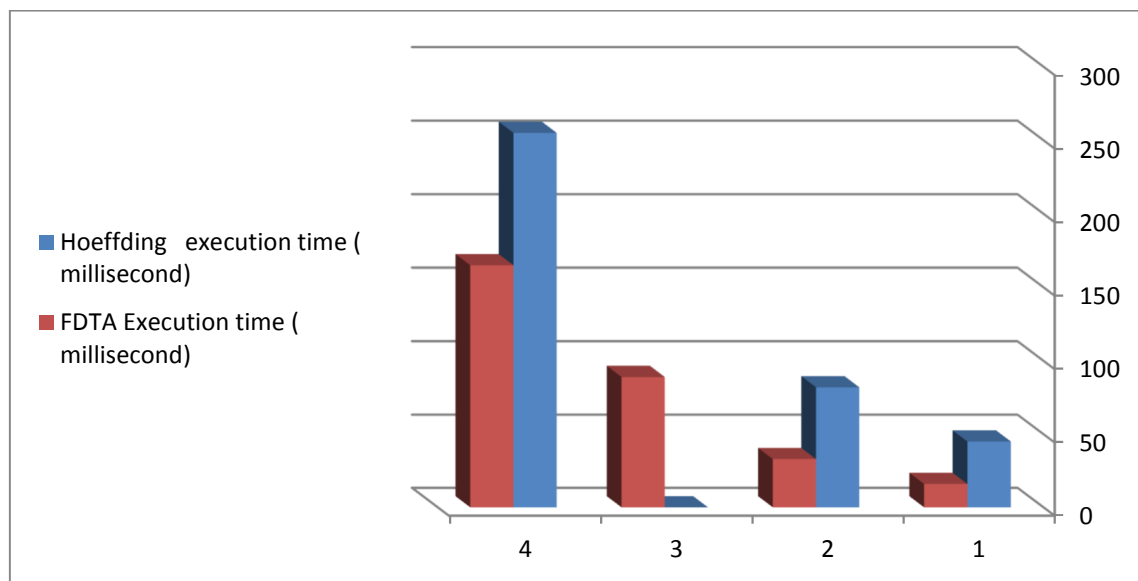


Figure 3 dataset-1 chart for Hoeffding vs. FDTA

As shown from table 1.3 and figure 3, FDTA has obtained lesser execution time comparing with the traditional Hoeffding tree algorithm.

Table 1.4 Hoeffding vs. FDTA for Data set-1

Data set size	Training records number	Testing records number	Hoeffding Memory space (byte)	FDTA Memory space (byte)
10000	6667	3333	11649	1990
25000	16667	8333	10953	3648
50000	33333	16667	27700	18800
100000	66667	33333	526680	550440

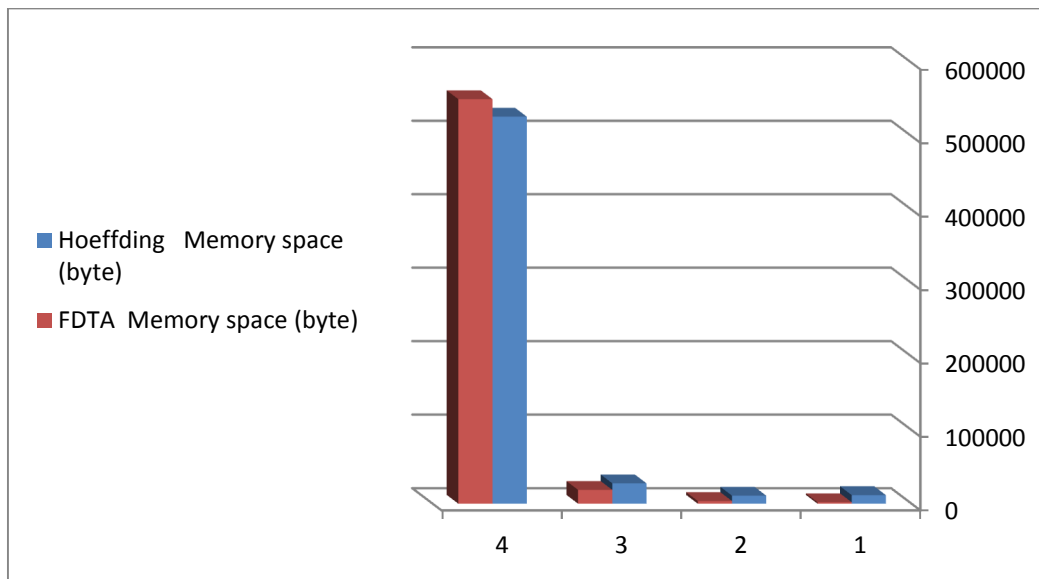


Figure 4 dataset-1 chart for Hoeffding vs. FDTA

As shown from table (1.4) and figure 4, FDTA has obtained lesser memory space comparing with the traditional Hoeffding tree algorithm in first three datasets sizes.

7 CONCLUSION

In this paper we have used two classification algorithms. The first algorithm is Hoeffding tree. Hoeffding trees a decision-tree learning method. Hoeffding trees can be learned in constant time per example while being nearly identical to the trees a conventional batch learner would produce, given enough examples. The name is derived from the Hoeffding bound that is used in the tree induction. The second one is a proposed algorithm is called fast decision tree (FDTA) which is an improvement classification method based on Hoeffding tree. The t is an algorithm parameter has shown an effect on a decision regarding making a split process on the tree or not. So t is generated in order fashion in domain (0-1) instead of treated as a fixed value as known in traditional Hoeffding tree (t known as 0.05). According to the obtained results above, it shows that FDTA is gained highest accuracy than Hoeffding tree, the same things regarding memory space and execution time.

REFERENCES

- [1] Homayoun, S. and Ahma,dzadeh M. " A review on data stream classification approaches" Department of Computer Engineering and Information Technology, Shiraz University of Technology, Shiraz, Iran . *Journal of Advanced Computer Science & Technology*, 5 (1) (2016) 8-13.
- [2] J. Gama, *Knowledge Discovery from Data Streams*: Chapman Hall/CRC, Taylor & Francis Group, 2010.
- [3] J. G. M. M. Gaber, *Learning from Data Streams*: Springer, 2007.
- [4] M. Kantardzic, *Data mining: concepts, models, methods and algorithms*: Wiley-IEEE Press, 2011.

- [5] O. M. L. Rokach, *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*, 2 ed.: Springer, 2010.
- [6] S. Agrawal and B. R. Parasad, "high speed streaming data analysis of web generated log stream " in 2015 IEEE 10th international conference on industrial and information systems (ICIIS).
- [7] D. B. S. P. M. Hanady Abdulsalam, "Classification Using Streaming Random Forests," *IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING*, vol. 23, p. 15, 2011 .
- [8] Domingo's, P. and Hulten, G., (2000): *Mining High-Speed Data Streams*. In Proceedings of the Association for Computing Machinery Sixth International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.
- [9] G. Hulten, I. Spencer and P. Domingos, " mining time- changing data stream" 2001. In proceedings of the seventh ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining.
- [10] Street, W. Nick and Yongseog Kim. "A streaming Ensemble Algorithm SEA for large scale classification". In proceedings of the seventh ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining, 2001.
- [11] J. Gama , P. M. Edas and R. Rocha, " forest trees for online data " , In SAC 04, In Proceeding of 2004 syposium on applying computing pages 632-636 new york, USA, 2004.
- [12] Cohen, Lior, Gil Avrahami, Mark Last and Oscar Kipersztok, "Real Time Data for Non-Stationary Data Stream from Sensor Network", *information fusion*, vol. 9, 2008.
- [13] Mena- Torres D., Jesus S. A. "Similarity- Based Approach for Stream Data classification" *Expert System with Applications*, 2014.
- [14] "Review on Data Stream Classification Algorithm" *International Journal of Conceptions on Electrical and Electronics Engineering* Vol. 1, Issue 1, Oct 2013; ISSN: 2345 – 9603
- [15] Babcock, B., Babu, S., Deter, M., Motwani, R., and Widom, J., (2002): *Models and issues in data stream systems*. In Proceedings of the twenty-first ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART symposium on Principles of database systems (PODS). Madison, Wisconsin, pp. 1-16.
- [16] C. W. Mohammad M. Masud, Jing Gao, Latifur Khan, Jiawei Han, Kevin W. Hamlen & Nikunj C. Oza, "Facing the reality of data stream classification: coping with scarcity of labeled data," *Knowl Inf Syst*, vol. 33, p. 32, 2011.

Déterminants des performances des élèves de 6^{ème} année primaire de Kisangani en mathématiques

BELA Legono¹, BOYOMBI Igumbe², ADYA Eriku³, and WONGBA Yabusa⁴

¹Chef de Travaux, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Kisangani, RD Congo

²Assistante, Institut Supérieur Pédagogique de Basoko, Province de la Tshopo, RD Congo

³Assistant, Institut Supérieur Pédagogique de ARU, Province du Haut- Uélé, RD Congo

⁴Assistante, Institut Supérieur Pédagogique, Bondo, RD Congo

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

ABSTRACT: This work consists in evaluating the effectiveness of the primary schools of Kisangani, appreciate the equality of the assets of the pupils of sixth primary year and to highlight some individual and family variables of the pupils and the characteristics of the schools, to identify those which would make it possible to make a good prediction of performances of 6th form pupils in primary school in mathematics.

With this intention, we proceeded to an investigation near 372 pupils of sixth primary year, resulting from 15 primary schools of Catholic, Official and Privar conduct of the school year 2009-2010, which pupils were drawn in a random way. We used descriptive method for realize this work.

With the exit of this study, the results show that these pupils differ with regard to their degree from control from the objectives from training from mathematics; the pupils of the schools concerned are neither effective, nor equitable yet, only the variable related to the process of teaching allowed to predict performances of the pupils in mathematics. Consequently, it is necessary to take care that the teachers really exempt in this branch, in other words, an effort must be provided for the adequate training as of these teachers.

KEYWORDS: Determinants, Performances, French, Mathematics, pupils, 6th form primary.

RESUME: Le présent travail consiste à évaluer l'efficacité des écoles primaires de Kisangani, d'apprécier l'égalité des acquis des élèves de sixième année primaire et de mettre en évidence quelques variables individuelles et familiales des élèves et les caractéristiques des écoles, pour identifier celles qui permettraient de faire une bonne prédiction des performances des élèves de 6^{ème} année primaire en mathématiques.

Pour ce faire, nous avons procédé à une enquête auprès de 372 élèves de sixième année primaire issus de 15 écoles primaires des réseaux Catholique, Non Conventionné et Privé de l'année scolaire 2009-2010, lesquels élèves ont été tiré d'une manière aléatoire. Nous avons recouru à la méthode descriptive pour réaliser cette étude.

A l'issue de cette étude, les résultats montrent que ces élèves diffèrent en ce qui concerne leur degré de maîtrise des objectifs d'apprentissage de mathématiques ; les élèves des écoles concernées ne sont ni efficaces, ni équitables et que, seule la variable liée au processus d'enseignement s'est révélée prédictrice des performances des élèves en mathématiques. Par conséquent, il faut veiller à ce que les enseignants dispensent réellement dans cette branche, en d'autres termes, un effort doit être fourni pour la formation adéquate de ces enseignants.

MOTS-CLEFS: Déterminants, Performances, Français, Mathématiques, élèves, 6^e année.

1 INTRODUCTION

Depuis la publication du rapport Coleman en 1966, la question de l'efficacité scolaire est l'une des préoccupations centrales des chercheurs intéressés par l'éducation. Qu'ils soient sociologues, économistes, psychologues, didacticiens..., utilisant des paradigmes de recherche différents, un questionnement systématique relatif aux intrants malléables capables de provoquer une augmentation des extrants est au centre de leurs préoccupations. « Pour le courant de l'école efficace, dans lequel s'inscrit la plupart des études, il existe au sein de l'école un ensemble des conditions malléables susceptibles d'améliorer l'efficacité. Il s'agit, pour les études réalisées dans cette perspective, de définir, à partir des données fiables, le degré de corrélation entre une série d'intrants et une série d'extrants, une fonction qui puisse représenter avec précision l'incidence d'une variation des intrants sur les extrants » (Crahay, 1999, p. 223).

Aujourd'hui, la pression se fait de plus en plus fortement sur l'école pour qu'elle démontre son efficacité : l'école devra non seulement faire en sorte que la plupart des enfants qui y accèdent parviennent au bout de leur cycle d'études sans occasionner trop de déchets, mais aussi et surtout qu'ils acquièrent au plus haut degré des connaissances et des compétences qui les rendraient utiles à eux-mêmes et à la société. Pour Betrisey (1996, p. 8), « cette exigence d'efficacité demandée à l'école par la société n'est pas uniquement due aux restrictions du budget public mais, à l'instar d'autres secteurs, elle répond à l'exigence d'une approche plus scientifique dans la plupart des domaines. Les partenaires de l'école deviennent également plus exigeants. Parmi eux, les décideurs souhaitent disposer d'informations précises, objectives et fondées afin d'orienter et justifier leurs engagements. Le public également, les contribuables en général et les parents en particulier, demandent une meilleure transparence du système ».

« Avec cette nouvelle vision de l'éducation, la tendance est à définir une politique éducative en s'appuyant sur des éléments factuels, notamment l'efficacité réelle des écoles, et à promouvoir les réformes destinées à améliorer le processus d'apprentissage chez un nombre croissant d'élèves » (Postletwaite, 2005, p. 13). Il s'agit, d'une part, pour l'école, d'atteindre l'égalité de résultats ou des acquis de base, mieux que tous les élèves obtiennent des performances égales à l'issue d'une période de formation, du moins au sens de la maîtrise de compétences de base, d'un seuil minimum de compétences indispensables pour la vie (Demeuse, 2001, cité par Dumay et Dupriez, 2009, p. 166).

Dans pareil contexte où l'on se préoccupe au plus haut point de l'amélioration continue de l'efficacité des établissements scolaires, la recherche empirique joue un grand rôle à la fois parce qu'elle permet, d'une part, de dresser le bilan des résultats des écoles et d'en identifier les faiblesses éventuelles ; de l'autre, elle peut aider à réguler la mise sur pieds des pratiques efficaces. A la suite de Yaro, Sawadogo et Kabore (2006, p. 1), nous disons que l'objectif global qui sous-tend cette recherche qui vise une évaluation du degré de maîtrise des élèves est que les mesures de la qualité à travers les acquis scolaires est de disposer des données et d'informations pour renforcer les capacités de planification et de gestion du système à travers l'amélioration de l'information éducative et l'introduction progressive de nouveaux outils de planification, de pilotage et d'évaluation de l'éducation dans la perspective de l'Ecole Pour Tous (en sigle EPT) de qualité.

Est-ce que les écoles primaires de Kisangani sont efficaces et équitables ? Quelles sont les variables qui entretiennent des corrélations positives fortes avec les performances des élèves de sixième année primaire en mathématiques ?

En réponse à ces questions, nous pensons d'abord que « les écoles primaires de Kisangani seraient peu efficaces » ; ensuite, nous estimons que « les élèves de sixième année primaire n'atteindraient pas un même niveau d'acquis en mathématiques ». Enfin, nous soutenons que « les variables individuelles et du capital socio-familial des élèves, ainsi que les caractéristiques des écoles permettraient une bonne prédiction des résultats des élèves en mathématiques ».

La présente étude se propose d'évaluer l'efficacité des écoles primaires de Kisangani, d'apprécier l'égalité des acquis des élèves de sixième année primaire et de mettre sous la loupe quelques variables individuelles et familiales des élèves et les caractéristiques des écoles pour identifier celles qui permettraient de faire une bonne prédiction des performances des élèves de 6^{ème} année primaire en mathématiques.

2 CADRE CONCEPTUEL DE L'ÉTUDE

2.1 CONCEPT D'EFFICACITÉ SCOLAIRE

Dans la littérature, la notion d'efficacité véhicule beaucoup d'implicites. Aussi bien des confusions existent entre les concepts efficacité et efficience. Si le terme efficacité appartient au langage courant, le terme efficience, notion d'ordre économique, est, de loin, moins familier.

Généralement, l'efficacité de l'école fait référence aux performances de l'unité organisationnelle communément appelée « école ». On peut exprimer les performances de l'école en termes d'extrants scolaires, lesquels sont à leur tour mesurés par rapport au niveau moyen des élèves à l'issue d'un cycle de scolarisation formelle (Scheerens, 2000, p. 20). En effet, l'efficacité de l'école est associée au niveau de réussite, aux résultats scolaires au point que l'efficacité se mesure à l'atteinte d'objectifs ou par l'adéquation entre les résultats escomptés et les résultats réellement obtenus. Elle fait référence au rapport des quantités produites aux facteurs de production engagés, au rapport entre les inputs et les outputs.

Selon Scheerens et Bosker (1997) cités par Van Damme et al. (2009, p. 22), l'efficacité est toujours liée à un critère particulier (la performance en mathématiques ou en langue, par exemple), qui renvoie aux résultats d'une action spécifique dont les objectifs sont supposés avoir été prédéterminés. Ainsi, distinguent-ils l'efficacité éducative (le terme utilisé pour désigner l'efficacité du système éducatif en général), l'efficacité de l'enseignement (pour l'efficacité mesurée au niveau de la classe) et l'efficacité de l'école (pour l'efficacité de l'école comme organisation et comme système éducatif).

2.2 CONCEPT DE L'ÉQUITÉ SCOLAIRE

Coulidiati (2008, pp. 138–140) dégage deux dimensions du concept d'équité dans le domaine de l'éducation, à savoir : l'équité dans l'accès à l'éducation et l'équité par l'éducation. *L'équité dans l'accès à l'éducation* (égalité d'accès) fait appel à la possibilité d'offrir à tous les enfants en âge d'être scolarisés, des chances aussi égales que possible. La réduction des inégalités d'accès qui passe par l'accès d'un plus grand nombre à l'éducation, est l'objectif principal des orientations de la politique « éducation pour tous ».

L'équité par l'éducation, quant à elle, fait appel à un plus grand degré de justice devant le savoir et renvoie au niveau de formation des élèves, quelle que soit leur origine sociale (justice devant le savoir), avec des chances d'accès aux emplois et des développements ultérieurs de carrières identiques pour chacun. Les facteurs de variations, généralement utilisés pour réaliser cette vérification, concernent les différences géographiques, (entre régions ou entre provinces, entre milieu rural et milieu urbain) ; les différences de genre (entre filles et garçons) ; les différences socioéconomiques (groupe ethnique, catégories sociales, entre riches et pauvres,) notamment, la proportion d'enfants dits favorisés (issus des familles nobles) aux enfants des autres couches sociales, surtout des pauvres issus de familles démunies ; les différences entre ceux qui bénéficient des crédits publics de l'éducation et ceux qui n'en bénéficient pas ; entre ceux qui sont éduqués et ceux qui ne sont pas.

2.3 DETERMINANTS DE PERFORMANCES DES ELEVES

Les facteurs responsables des résultats des élèves dans les différentes disciplines en mathématiques sont légion. Cependant, dans cette enquête, nous considérons les caractéristiques individuelles et socio- familiales des élèves, celles des enseignants et des écoles.

2.3.1 CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES ÉLÈVES

L'élève est l'élément le plus important du contexte dans lequel le maître manifeste ses caractéristiques et ses comportements observables qui déterminent en grande partie les conditions et les objectifs de l'enseignement, lesquels objectifs sont à la fois du domaine cognitif et non cognitif.

Pour Bloom (1976) cité par Crahay (2003, p. 70) , tout développement des capacités cognitives de l'élève doit considérer les composantes suivantes de ses caractéristiques individuelles: les comportements cognitifs généralisés (compréhension en lecture des mots et compréhension de texte, les capacités verbales et l'aptitude générale), les comportements cognitifs spécifiques (les apprentissages pré- requis et la possibilité de les mobiliser) et les caractéristiques affectives (l'attitude générale vis-à-vis de l'école et des apprentissages scolaires, l'attitude spécifique vis-à-vis de l'apprentissage envisagé, l'auto-perception de l'individu en tant qu'apprenant, c'est-à-dire, l'image de soi en tant qu'élève). La compréhension des besoins, de la situation, des points forts et des capacités des apprenants doit sous-tendre la conception et la mise en œuvre de tous les programmes d'éducation. Les politiques doivent d'emblée tenir compte de la diversité de leurs caractéristiques, de leurs situations et de leurs besoins d'apprentissage. Cela est important pour établir des objectifs en matière d'amélioration de la qualité et définir des stratégies d'amélioration de l'éducation.

2.3.2 ENVIRONNEMENT FAMILIAL

Le contexte familial est généralement considéré comme le facteur le plus décisif dans la vie de l'élève. En effet, l'environnement matériel en famille (type d'habitation, mobilier pour étude, radio, télévision, transport pour aller à l'école,

nombre de repas par jour, bibliothèque familiale, présence du courant électrique et de l'eau courante, distance par rapport à l'école) ; l'environnement intellectuel en famille (niveaux d'études du père, de la mère, des frères et sœurs et de la personne aidant l'élève à faire le devoir, présence d'un répétiteur, manuels scolaires pour l'élève) ; et l'environnement social (profession du père et de la mère, état de l'union conjugale des parents, qualité des tierces personnes hébergeant l'élève, caractéristiques des copains de jeu au quartier) ont de l'influence sur les performances de l'élève.

La réussite scolaire ne dépend-elle pas de la cohérence entre les apprentissages réalisés en famille et à l'école ? Les premières expériences scolaires sont aussi importantes. Le succès ou l'échec, l'acceptation ou le rejet, la satisfaction ou la frustration, la motivation ou l'ennui sont autant d'expériences qui peuvent déterminer les comportements ultérieurs de l'élève en classe.

2.3.3 CARACTÉRISTIQUES DES ÉCOLES

Pour Carron et Chaû (1998, p. 116), les conditions matérielles d'enseignement, les équipements matériels, les enseignants et les interactions qu'ils entretiennent entre eux, le processus d'enseignement, la collaboration entre les parents d'élèves et l'école ainsi que le leadership entretiennent des corrélations avec les résultats scolaires des élèves. En effet, les conditions matérielles d'enseignement constituent un facteur important de la réussite scolaire. Pour apprécier les conditions matérielles d'enseignement, on peut se référer aux caractéristiques suivantes au sein d'un établissement : la taille de l'établissement ; la qualité des infrastructures scolaires, ici on fait allusion aux matériaux utilisés, à l'état des locaux et au confort minimal offert aux élèves ; les moyens éducatifs mis à la disposition des maîtres, notamment les équipements pédagogiques ; les conditions de confort offertes aux élèves pour étudier et cela par rapport à la superficie moyenne par élève, au mobilier destiné aux élèves et aux manuels pour les élèves.

En outre, comme le soulignent Carron et Chaû (1998, p. 131), « la qualité de l'éducation dépend de la qualité des enseignants. Cela est particulièrement vrai pour l'enseignement primaire, où les élèves n'ont pas encore l'âge d'apprendre seuls. Ainsi, sans maître, il n'y a pas d'enseignement. Et si les maîtres sont découragés ou n'ont pas les compétences pédagogiques nécessaires, les élèves apprendront très peu ». La qualité de l'éducation dépend, en dernière instance, de ce qui se passe dans la salle de classe. Examiner le processus d'enseignement en classe est un objectif ambitieux, car la manière dont le maître procède au cours du processus d'enseignement favorise ou non la maîtrise de matières par les apprenants.

Ainsi, les indicateurs ci-dessous sont à considérer pour apprécier le processus d'enseignement : la présence du maître dans la salle de classe ; le niveau de compétence des maîtres ; l'utilisation du plan de travail ; la tenue des documents pédagogiques ; le style d'enseignement ; les devoirs et le mode d'évaluation des connaissances des élèves.

3 MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

3.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON DE L'ÉTUDE

Notre population d'étude est constituée de 10 287 élèves de sixième année primaire de la ville de Kisangani, au cours de l'année scolaire 2009-2010. De cette population, seuls les écoliers des écoles conventionnées catholiques, non conventionnées et privées nous concernaient, car selon l'efficacité entendue, ce sont les écoliers des écoles catholiques qui sont les plus performants, suivi des privées et de non conventionnées. Pour vérifier ces allégations, nous avons ainsi procédé à la sélection de ces écoles. A l'issue de cette opération, tous les écoliers de ces écoles ont été retenus comme l'atteste le tableau ci-dessous :

Tableau I Répartition des enquêtés par école

Ecole	Nombre d'écoles retenues	Nombre d'élèves choisis	Pourcentage
Catholique	5	166	44,62
Non conventionné	5	112	30,11
Privé	5	94	25,27
Total	15	372	100,00

Ce tableau indique que les 372 élèves qui ont participé à notre étude ont été sélectionnés dans 15 écoles primaires réparties inégalement au sein de trois réseaux d'enseignement. Sur les 372 enquêtés, 166 sujets ont été choisis dans les écoles primaires Chololo 1, Maele, Mapendano 2, Mwangaza et Nsele au sein du réseau conventionné catholique ; 112 sujets provenaient des écoles primaires de Mont Kitenge, Kisangani 1, Lumbulumbu 1, Makiso 1 et Tshopo 1 au sein du réseau non

conventionné et 94 sujets étaient issus des écoles primaires Home Feyen, Mukadona, Nelson Mandela, Okapi et Perolière au sein du réseau privé.

3.2 EPREUVE DE MATHÉMATIQUES

L'élaboration de cette épreuve a été axée sur les objectifs généraux et intermédiaires assignés aux mathématiques en sixième année primaire tels que repris au programme national de l'enseignement primaire (Ministère de l'éducation nationale, 2000 : 134-141). Lors de l'élaboration des épreuves, nous avons d'abord spécifié les objectifs qu'elles devraient couvrir. A partir des objectifs intermédiaires, des prévisions des matières et des objectifs spécifiques des leçons consignés dans les fiches de préparation des enseignants, nous avons d'abord rédigé des questions ouvertes. Cette première monture de notre épreuve a été administrée à 40 élèves de deux classes de 6^{ème} année de l'école primaire Maendeleo 2. Toutes les mauvaises réponses de ces 40 élèves ont été transformées en propositions erronées pour les questions à choix multiple. Cette procédure nous a, donc, permis de rendre les propositions erronées plausibles à la fois par leur contenu, leur attractivité et leur potentiel de discrimination. Au terme de la rédaction des questions, nous avons demandé à trois enseignants de 6^{ème} année primaire d'évaluer dans quelle mesure les items sont représentatifs des objectifs visés par chacune de nos épreuves.

En outre, deux experts de la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education de l'Université de Kisangani ont évalué la qualité (la forme) des items, des instructions données aux sujets – répondants, des modalités de réponse, des critères de notation, de la formulation des questions ... Sur la base des avis des enseignants et des juges, certains items et distracteurs ont été éliminés ; d'autres ont été améliorés... A l'issue de cette opération, la première version a été constituée de 48 items.

Le pretesting de l'épreuve de mathématiques s'est effectué auprès de 35 élèves de 6^{ème} année de l'école primaire Angbiko. Comme le suggère Davis (1966, pp. 3-16), l'analyse des items s'est faite par le calcul des indices de difficulté (p) et de discrimination (IDS). Après calcul de ces deux indices, la version définitive de l'épreuve a comporté 30 items dont 15 à choix multiple et 15 à réponses brèves.

L'étude de la fidélité de notre épreuve nous a conduit à constater qu'elle est fiable, car le coefficient alpha calculé (0,8922) est supérieur au seuil de 0,80 suggéré par Laveault et Grégoire (2002, p. 120).

3.3 QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE

Notre questionnaire a été conçu autour des variables individuelles et socio- familiales de nos enquêtés comme indiqué dans le cadre conceptuel de l'étude. Néanmoins, étant donné que nous avons à recueillir des informations auprès des élèves de sixième année primaire (dont l'âge varie entre 11 et 12 ans), nous n'avons considéré que quelques-unes d'entre-elles. Il est aussi noté que les différentes variables de cette étude ont été dichotomisées.

3.4 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Les données recueillies ont été traitées et analysées grâce au logiciel SPSS. Cette analyse des données a comporté trois étapes :

- La première étape consistait en calcul, sur la base des scores des élèves à l'épreuve de mathématiques, de la moyenne, de l'écart-type, du coefficient de variation, du rendement et du test d'analyse de variance. Pour apprécier la qualité des résultats des élèves à l'épreuve, nous avons fait recours à deux critères principaux, à savoir, le seuil minimal de maîtrise (au moins 50%) et le seuil souhaité de maîtrise (au moins 70%).
- La deuxième étape consistait à effectuer des analyses univariées, en croisant les variables retenues dans l'enquête (caractéristiques individuelles : âge, sexe, redoublement et l'attitude envers les mathématiques ; ainsi que les caractéristiques familiales : langue de conversation à domicile, présence d'une bibliothèque, d'électricité, de mobilier pour réaliser les devoirs, niveau d'instruction du père et de la mère) avec les résultats des élèves à l'épreuve de mathématiques. Ces croisements ont permis de générer l'effet de chaque variable sur les résultats des élèves. Au cours de cette étape, nous avons aussi calculé les coefficients de corrélation de Pearson pour vérifier si les variables considérées permettent une quelconque prédiction des performances des élèves.
- La troisième étape consistait en calcul de la régression entre les caractéristiques des écoles et les scores des élèves en mathématiques.

Il sied de signaler que nous n'avons pas pris en compte pour cette analyse les élèves pour qui nous n'avons pas rassemblé toutes les informations requises. Ainsi, au lieu de 372 sujets, nous n'avons considéré que 260 sujets.

4 RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

Les résultats de cette étude sont présentés d'abord, en ce qui concerne l'efficacité et l'égalité des acquis scolaires des élèves et ensuite, en ce qui concerne les déterminants des performances des élèves.

4.1 RÉSULTATS RELATIFS À L'EFFICACITÉ ET À L'ÉQUITÉ EN MATHÉMATIQUES

La première question de cette étude était relative à l'efficacité et à l'équité des écoles primaires de Kisangani. Pour y répondre, nous avons procédé à l'évaluation globale, puis par école et enfin, selon le sexe des enquêtés.

4.1.1 RÉSULTATS GLOBAUX

L'appréciation des performances globales des écoles enquêtées a débouché aux résultats suivants :

Tableau II. Performances globales en mathématiques

N	Moyenne	SD	CV	SMM (%)	SSM (%)	Rendement (%)
372	11,82	3,97	0,33	22,58	1,61	39,40

N = Nombre des enquêtés

SD = Ecart-type

CV = Coefficient de variation

SMM = Seuil minimal de maîtrise

SSM = Seuil souhaité de maîtrise

Il apparaît que les écoles primaires de Kisangani réalisent une faible performance en mathématiques (39,40%) et n'assurent pas l'égalité des acquis aux élèves de sixième année primaire. En effet, ces élèves forment un groupe hétérogène en mathématiques (CV = 0,33). Aussi, note-t-on que des faibles proportions des élèves atteignent le seuil souhaité de maîtrise (plus ou moins 7/10) en mathématiques.

4.1.2 RÉSULTATS PAR ÉCOLE

Par école enquêtée, l'évaluation des performances donne les résultats que voici :

Tableau III. Performances par école en mathématiques

Ecole	N	P	D	M	SD	CV	SMM(%)	SSM (%)	Rendement (%)
Chololo 1	29	17	4	9,27	4,02	0,43	17,24	-	30,90
Mont Kitenge	20	14	6	9,96	2,09	0,20	35,71	3,57	33,20
Home Feyen	19	24	9	14,57	4,57	0,31	26,31	10,52	48,56
Kisangani 1	22	15	2	8,40	3,36	0,40	10,00	-	28,00
Lumbulumbu 1	23	19	2	13,82	3,89	0,35	43,33	-	46,06
Maele	50	20	4	12,10	3,44	0,28	22,00	-	40,33
Makiso 1	26	16	4	9,66	2,97	0,40	13,33	-	32,20
Mapendano 2	29	21	4	10,58	4,46	0,46	20,68	3,44	35,26
Mukadona	19	20	8	14,26	3,78	0,26	42,10	-	47,53
Mwangaza	30	21	5	12,03	3,63	0,30	16,67	5,26	40,10
Nelson Mandela	15	21	7	13,20	3,74	0,28	33,33	6,67	44,00
Nsele	28	20	5	13,53	4,14	0,30	42,85	3,57	45,10
Okapi	18	18	12	14,66	1,70	0,12	44,44	-	48,86
Perollière	23	25	14	20,39	2,91	0,14	43,47	52,17	67,96
Tshopo 1	21	18	6	12,04	3,61	0,29	27,58	-	40,10

N = Nombre d'enquêtés

M = Moyenne

SMM = Seuil minimal de maîtrise

P = Note la plus élevée

SD = Ecart-type

SSM = Seuil souhaité de maîtrise

D = Note la plus basse

CV = Coefficient de variation

De la lecture de ce tableau, il apparaît que seule l'école primaire la Perollière (67,69%) a réalisé un rendement satisfaisant au regard du critère national de 50%.

En comparant les moyennes de ces écoles dans ces deux disciplines, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau IV. Comparaison des moyennes des écoles en mathématiques

Source de variation	SCE	dl	CM	F	Probabilité	Décision
Dans les groupes	1330,024	11	120,911	9,611	0,000	S
Entre les groupes	4528,965	360	12,580			
Total	5858,989	371				

SCE : Somme des carrées des écarts *F : test de Snedecor*
dl : degré de liberté *S : significatif*

Etant donné que la probabilité (0,000) associée au F calculé (9,611) est inférieure au seuil de 0,01, les moyennes des écoles enquêtées en mathématiques diffèrent significativement entre elles.

4.1.3 RÉSULTATS SELON LE SEXE

En considérant le sexe, les performances de nos enquêtés en mathématiques se présente de la manière suivante :

Tableau V. Performances par sexe en mathématiques

N	Moyenne	SD	CV	SMM (%)	SSM (%)	Rendement (%)
Masculin	254	11,51	3,84	0,33	15,41	1,10
Féminin	118	12,49	4,17	0,33	7,16	0,51

Comme le montre ce tableau, quelque soit le sexe, les performances des élèves en mathématiques sont faibles.

4.2 DÉTERMINANTS DES PERFORMANCES EN MATHÉMATIQUES

4.2.1 EFFET DES VARIABLES INDIVIDUELLES SUR LES PERFORMANCES DES ELEVES EN MATHÉMATIQUES

Le croisement des différentes variables individuelles aux résultats des élèves a abouti aux renseignements suivants :

Tableau VI. Tableau croisé âge, sexe, redoublement, attitude et performances en mathématiques

		Réussite	Echec	Total
Variables individuelles				
Age				
	Plus ou moins 12 ans	65	106	171
	%	38,01	61,96	100
	Plus de 12 ans	30	60	90
	%	33,33	66,66	100
Sexe				
	Masculin	54	99	153
	%	35,29	64,70	100
	Féminin	41	67	108
	%	37,96	62,03	100
Redoublement				
	Oui	45	66	111
	%	40,54	59,45	100
	Non	50	100	150
	%	33,33	66,66	100
Attitude				
	Oui	74	114	188
	%	39,36	60,63	100
	Non	21	52	73
	%	28,76	71,23	100

Aucune de ces variables individuelles n'a permis aux élèves de sixième année primaire d'obtenir une bonne réussite en mathématiques.

Cela est attesté par le calcul du coefficient r de Pearson dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII. Corrélation entre les caractéristiques individuelles des élèves et les performances en mathématiques

Variables	Coefficient r de Pearson	Probabilité	Décision
Age	0,236	0,103	NS
Sexe	0,393	0,230	NS
Redoublement	0,170	0,298	NS
Attitude	0,013	0,029	NS

r = Coefficient de corrélation de Pearson NS = Non significatif

4.2.2 EFFET DES VARIABLES FAMILIALES SUR LES PERFORMANCES DES ELEVES EN MATHEMATIQUES

En ce qui concerne les variables familiales, nous avons considéré dans cette enquête la langue de conversation, la présence d'une bibliothèque, de l'électricité, du mobilier pour les travaux, le niveau d'études du père et de la mère. A l'issue de notre analyse, nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau VIII. Tableau croisé langue, bibliothèque, électricité, mobilier, niveau d'études de parents et performances en mathématiques

	Réussite	Echec	Total
Variables familiales			
Langue de conversation à domicile			
Français	27	47	74
%	36,48	63,51	100
Langues locales	68	119	187
%	36,36	63,63	100
Présence d'une bibliothèque à domicile			
Oui	27	53	80
%	33,75	66,25	100
Non	68	113	181
%	37,56	62,43	100
Electricité			
Oui	65	128	193
%	33,67	66,32	100
Non	19	49	68
%	27,94	72,05	100
Mobilier pour s'asseoir et réaliser des devoirs à domicile			
Oui	62	133	195
%	31,79	68,20	100
Non	33	33	66
%	50,00	50,00	100
Niveau d'instruction du père			
Supérieur	70	118	188
%	37,23	62,76	100
Secondaire	25	48	73
%	34,24	65,75	100
Niveau d'instruction de la mère			
Supérieur	38	62	100
%	38,00	62,00	100
Secondaire	57	104	161
%	35,40	64,60	100

Les résultats contenus dans ce tableau montrent qu'aucune variable n'a permis de prédire les résultats des élèves en mathématiques.

Tableau IX. Corrélation entre les caractéristiques familiales et les performances en mathématiques

Variables	Coefficient r de Pearson	Probabilité	Décision
Langue	0,171	0,297	NS
Bibliothèque	0,473	0,060	NS
Electricité	0,354	0,129	NS
Mobilier	0,022	0,473	NS
Niveau du père	0,282	0,187	NS
Niveau de la mère	0,073	0,411	NS

Etant donné que les probabilités associées aux coefficients de corrélation calculés sont supérieures au seuil de 0,01, les variables relatives aux caractéristiques familiales retenues ne permettent pas de prédire les performances en mathématiques.

4.2.3 EFFETS DES ETABLISSEMENTS SUR LES PERFORMANCES EN MATHÉMATIQUES

Tableau X. Corrélation entre les caractéristiques des écoles et les performances en mathématiques

Variables	Coefficient r de Pearson	Probabilité	Décision
Conditions matérielles	0,001	0,429	NS
Enseignants	0,425	0,084	NS
Processus	0,559	0,010	S
Gouvernance	0,013	0,029	NS

4.2.4 REGRESSION ENTRE LES VARIABLES DE L'ÉTUDE ET LES PERFORMANCES EN MATHÉMATIQUES

Le calcul de la régression entre les variables retenues dans cette étude et les performances en mathématiques donne les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XI. Régression entre variables et performances en mathématiques

Variables	A	Erreur standard	Bêta	t	Probabilité
Age	0,730	0,433	-1,429	-1,684	0,191
Sexe	-0,119	0,147	-0,263	-0,810	0,477
Redoublement	0,080	0,509	1,365	1,585	0,211
Attitude	0,525	0,850	0,232	0,617	0,581
Conditions matérielles	14,327	16,566	-0,233	0,865	0,451
Enseignants	0,745	0,208	0,815	3,574	0,037
Processus	0,870	0,337	1,041	2,585	0,010
Gouvernance	-2,815	1,021	-0,862	-2,756	0,070

De la lecture de ce tableau, il apparaît que le processus d'enseignement se révèle comme bon prédicteur des performances des élèves en mathématiques dans la mesure où la probabilité (0,010) associée au coefficient Bêta (1,041) est égale au seuil de 0,01.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Il ressort des résultats de cette étude que les écoles primaires de Kisangani ont une faible efficacité et n'assurent pas une égalité d'acquis scolaires en mathématiques aux élèves de sixième année primaire. En effet, à l'issue de l'analyse des performances des élèves, il apparaît que, de manière globale, les élèves de sixième année primaire ne maîtrisent pas les mathématiques. Cela est attesté par un rendement global de 39,40% (Tableau II) inférieur au critère national de 50% et de loin inférieur au critère de 70% auquel recourent le plus souvent les études internationales. Ces résultats corroborent ceux de

Mokonzi (2005), Issoy (2005) et de Kamba (2011) qui ont révélé que la qualité des acquis des élèves des écoles primaires de Kisangani laisse à désirer.

Les élèves des écoles primaires de Mont Kitenge, Maele, Makiso 1, Mukadona, Mwangaza, Nelson Mandela, Nsele, Okapi, Perollière et Tshopo 1 forment des groupes homogènes, tandis que ceux des écoles primaires Chololo 1, Home Feyen, Kisangani 1, Lumbulumbu 1 et Mapendano 2 constituent des groupes hétérogènes. En outre, la moitié des élèves de l'école primaire Perollière (52,17%) et des faibles proportions des élèves des écoles primaires de Mont Kitenge (3,57%), Home Feyen (10,52%), Mapendano 2 (3,44%), Mwangaza (5,26), Nelson Mandela (6,67%), et Nsele (3,57%) ont atteint le seuil souhaité de maîtrise (Tableau III). Autrement dit, les élèves de sixième année primaire des écoles enquêtées diffèrent en ce qui concerne leur degré de maîtrise des objectifs d'apprentissage du français et de mathématiques (Tableau IV).

Comme l'a pu montrer le tableau V, le sexe n'influence pas les performances des élèves en mathématiques. En effet, non seulement les moyennes sont inférieures à 15 sur un maximum de 30 points, des faibles proportions ont atteint le seuil souhaité de maîtrise (21 sur un maximum de 30 points), mais aussi le rendement des garçons (38,36%) autant que celui des filles (41,63%) sont faibles. De plus, les garçons et les filles forment des groupes hétérogènes (CV = 0,33).

Comme variables individuelles, il apparaît que ni l'âge, ni le sexe, ni le redoublement, ni l'attitude des élèves envers les mathématiques ne permettent une bonne prédiction de la réussite des élèves de sixième année primaire en mathématiques. Quelle que soit la variable individuelle considérée, la proportion des élèves qui ont réussi est inférieure à celle de ceux qui ont échoué (Tableau VI). Car, les probabilités associées aux coefficients de corrélation calculés sont supérieures au seuil de 0,01 (Tableau VII).

En ce qui concerne les caractéristiques familiales (Tableau VIII), toutes les variables retenues (la langue de conversation, la présence d'une bibliothèque, de l'électricité, du mobilier à domicile et le niveau d'instruction des parents) n'ont pas permis de faire une bonne prédiction de la réussite en mathématiques. La proportion des élèves qui ont attesté qu'ils accèdent à une bibliothèque, à l'électricité, au mobilier à domicile et dont les parents ont soit le niveau d'instruction supérieure, soit le niveau d'instruction secondaire est inférieure à celle de ceux qui ont affirmé le contraire et qui ont échoué. Mais les questions que l'on peut se poser sont celles qui suivent : « qu'est ce que ces élèves regardent même s'il y a de l'électricité ? Quel est la hauteur d'intervention de leurs parents dans la réalisation de leurs devoirs ? »

Hormis le processus d'enseignement qui permet de prédire les performances en mathématiques, les autres caractéristiques des écoles considérées dans cette étude ne se sont pas révélées comme bonnes prédictrices des performances en mathématiques. En effet, seule la probabilité (0,010) associée au coefficient de corrélation de Pearson (0,559) est égale au seuil de 0,01 (Tableaux X et XI).

Et pourtant, la maîtrise de mathématiques est tout autant indispensable dans la réussite scolaire en ce qu'elle aiguise l'esprit critique, le raisonnement etc. permettant aux élèves d'être cohérents et méthodiques dans leur façon de travailler. A ce titre, ces compétences sont fortement explicatives du niveau global d'acquisition et de leur évolution au fil des années (Bruno, 2007, p. 13). De plus, comme le relève si bien Crahay, 1999, p. 223), l'enseignement de mathématiques contribue à ce que les élèves puissent avoir des idées productrices qui organisent la pensée et la manière de résoudre les problèmes pratiques de la vie courante. A l'instar de Pointed (1996, p. 32), Nswangani (1991, pp. 43 - 44) attribue les échecs des élèves du primaire en mathématiques à la méthodologie inadéquate de la plupart des enseignants de la ville de Kisangani lors de l'enseignement de cette discipline scolaire. Ceux-ci ne font pas agir l'apprenant et recourent très peu aux stratégies démonstratives.

Duru-Bellat (2004, p. 327) d'ajouter que tout laisse à penser que l'établissement (ou le maître) fréquenté joue sur le devenir de l'élève. Les résultats de Coleman et al. (1966, p. 354) laissent déjà transparaître cette réalité : tout en constatant le lien élevé entre milieux défavorisés et difficultés scolaires ; ils avaient également noté dans leur rapport que cette situation n'était pas irréversible et que l'école elle-même pouvait venir contrebalancer le poids de l'origine socioéconomique des élèves. A cet égard, ils ont pu mettre en évidence que la variable enseignant a un effet plus marqué sur la réussite scolaire pour les élèves d'origine modeste et d'ethnie minoritaire. Coleman et al. (1966, p. 357), soulignent aussi que, peu importe le groupe ethnique de l'élève, les bons enseignants ont une influence plus grande sur la réussite d'élèves issus de milieux socio-économiquement faibles. C'est pour dire que l'enseignant est donc le facteur ayant le plus d'influence sur l'apprentissage des élèves.

6 CONCLUSION

Cette étude sur les « déterminants des performances des élèves de 6^e année primaire de Kisangani en mathématiques » s'est assigné comme objectif d'évaluer l'efficacité des écoles primaires et l'égalité des acquis scolaires des élèves de sixième année primaire en mathématiques et d'en dégager les déterminants. Le travail est parti des hypothèses selon lesquelles « les écoles primaires de Kisangani seraient peu efficaces » ; ensuite, « les variables individuelles et du capital socio- familial des

élèves, ainsi que les caractéristiques des écoles permettraient une bonne prédiction des résultats des élèves en mathématiques ».

Des résultats obtenus, on peut retenir que les élèves des écoles primaires de Kisangani réalisent une faible performance en mathématiques, soit 39,40% et n'assurent pas l'égalité des acquis. Donc, ils forment un groupe hétérogène en mathématique. Par ailleurs, ces élèves diffèrent en ce qui concerne leur degré de maîtrise des objectifs d'apprentissage de mathématiques. Les résultats selon le sexe montrent qu'il n'y a pas de différence entre les garçons et les filles. D'où, nos hypothèses susmentionnées sont infirmées d'autant plus que nos écoles ne sont ni efficaces, ni équitables et que les variables considérées dans notre étude ne se sont pas révélées comme prédictrices des performances des élèves en mathématiques, excepté le processus d'enseignement.

Comme limites de cette étude, nous pouvons noter qu'elle n'a pas pris en compte les composantes non cognitives des élèves. Pourtant, elles doivent être intégrées dans toutes études sur l'efficacité de l'école.

Comme implication, il faut que le législateur fasse attention sur le processus d'enseignement-apprentissage des mathématiques, surtout à la formation des enseignants qui dispensent ce cours car, leurs pratiques enseignantes et leurs comportements influencent positivement ou négativement les résultats des écoliers. D'où, un effort doit être fourni pour la formation adéquate des ces derniers.

REFERENCES

- [1] Banque mondiale (2005). *Le renouveau du système éducatif de République Démocratique du Congo. Priorités et alternatives*. Kinshasa.
- [2] BETRISEY, I. (1996). *Les indicateurs de l'enseignement en Valais. Valais : Département du canton de valais*.
- [3] BLOOM, B. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York : McGraw Hill
- [4] BRUNO, S. (2007). *Les acquisitions en mathématiques à l'école primaire : des compétences au centre des apprentissages*. Bourgogne : Université de Bourgogne.
- [5] CARRON, G. et Ta NGOC CHAU (1998). *La qualité de l'école primaire dans des contextes de développement différents*. Paris : Unesco.
- [6] COLLEMAN, J.S. et al. (1966). *Equality of educational opportunity*. Washington D.C. : U.S. Government Printing Office.
- [7] COULIDIATI, J.K. (2006). *Les facteurs déterminants de l'efficacité pédagogique des établissements secondaires : une analyse critique de l'échec scolaire au Burkina Faso*. Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation, 2006, Ouagadougou, Burkina Faso.
- [8] CRAHAY, M. et Lafontaine, D. (1986). *L'art et la science de l'enseignement*. Bruxelles : Labor.
- [9] CRAHAY, M. (1999). *Psychologie de l'évaluation*. Paris : P.U.F.
- [10] CRAHAY, M. (2003). *L'école peut-elle être juste et efficace ? De l'égalité des chances à l'égalité des acquis*. Bruxelles : De Boeck.
- [11] DAVIS, F.B. (1966). *Analyse des items*. Bruxelles : Nauwelaerts.
- [12] DEMEUSE, M. (2009). Placer l'école au centre... Pour une approche qui interroge les effets des établissements scolaires sur les apprentissages des élèves.
- [13] DUMAY, X. et DUPRIEZ, V. (2004). Effet établissement : effet de processus et/ou effet de composition? *Les Cahiers de Recherche en Éducation et Formation*, n°36, pp. 1– 23.
- [14] DUMAY, X. et DUPRIEZ, V. (2009). *L'efficacité de l'enseignement*. In *L'efficacité dans l'enseignement*, Promesses et zones d'ombres. pp. 165 – 194. Bruxelles : De Boeck.
- [15] DURU-BELLAT, M. (2004). Effets maîtres, effets établissements: quelle responsabilité pour l'école? *Revue suisse des sciences de l'éducation* n°2, pp.315 – 329.
- [16] ISSOY A. (2005). De la qualité des acquis scolaires : la cible ratée de l'éducation en République Démocratique du Congo. *L'école démocratique*, numéro spécial, pp.27-30.
- [17] KAMBA A. (2011). Etude de l'efficacité des écoles primaires de la ville de Kisangani. *Mémoire d'études supérieures en Pédagogie, Université de Kisangani, RD Congo*.
- [18] LAVEAULT, D. et GREGOIRE, J. (2002). *Introduction aux théories des tests en Psychologie et en Sciences de l'Education*. Bruxelles : De Boeck.
- [19] LAVEAULT, D. (2009). L'amélioration du système éducatif : sur quels indicateurs s'appuyer ? In *L'efficacité dans l'enseignement*, Promesses et zones d'ombres. pp.177–194. Bruxelles : De Boeck.
- [20] Ministère de l'éducation nationale (2000). *Programme national de l'enseignement primaire*. Kinshasa : EDIDEPS.
- [21] MOKONZI B. (2005). L'école primaire congolaise et la lutte contre l'analphabétisme. *L'école démocratique*, numéro spécial, pp. 31-35.

- [22] MOKONZI, B. (2009). *De l'école de la médiocrité à l'école de l'excellence au Congo-Kinshasa*. Paris : L'Harmattan.
- [23] NSWANGANI K. (1991). Etudes descriptives de quelques stratégies observées chez les élèves-maitres dans l'enseignement de l'arithmétique au degré moyen du primaire dans la ville de Kisangani. *Mémoire de licence en pédagogie*, Université de Kisangani, RD Congo.
- [24] POINTED, J. (1966). *Précis de pédagogie*. Paris : Armand Colin.
- [25] POSTLETHWAITE, N. (2005). *Le pilotage des résultats des élèves*. Paris : Unesco.
- [26] SCHEERENS, J. (2000). *Améliorer l'efficacité des écoles*. Paris: Unesco.
- [27] SCHEERENS, J. et BOSKER, R. J. (1997). *The foundations of educational effectiveness*. Oxford : Elsevier Science Ltd.
- [28] VAN DAMME J. et al. (2009). Fondements et principaux résultats de recherche sur l'efficacité dans l'enseignement. In *L'efficacité dans l'enseignement, Promesses et zones d'ombres*. pp.19 – 34.
- [29] YARO, et al. (2006). *La recherche de la qualité en éducation : perceptions et mesures pratiques dans le système éducatif burkinabè*. Le 26 juin 2006, à partir de [www. Eipafrique/ cameroun/déperdition](http://www.Eipafrique/cameroun/déperdition).

Attitudes des enseignants et résultats des écoliers de 4^e année primaire en lecture-compréhension française

Jean-Paul BELA Legono¹, Caroline WONGBA Yabusa², and Constance BOYOMBI Igumbe³

¹Chef de Travaux, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Kisangani, RD Congo

²Assistante, Institut Supérieur Pédagogique, Bondo, RD Congo

³Assistante, Institut Supérieur Pédagogique de Basoko, Province de la Tshopo, RD Congo

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

ABSTRACT: The style of teachers, mainly their attitudes results from the context. It results from the experiment, and does not become an automatic routine control insofar as they are developed by the means of very slow interactions (action/reaction), and becomes built well established by each individual only after a period. The attitudes can be modified only by each individual, when it becomes aware, through elements and indices, that new attitudes would be adapted to react to the environment.

We must worry about the negative attitudes of teachers because they affect most of pupils.

Within the framework of this article, we put ourselves the question to know which is the attitude of teachers of some Kisangani's schools towards their pupils? This attitude is it in correlation with the results of pupils in reading French comprehension?

The results show that the correlation between attitudes of the teachers and pupil's results in French comprehension is generally weak. This for saying that the positive attitudes expressed by teachers towards their pupils were not correlated with the results of pupils.

KEYWORDS: Attitude, read, pupils, Kisangani, DR Congo.

RÉSUMÉ: Le style des enseignants, principalement leurs attitudes, résulte du contexte. Il est issu de l'expérience, et ne devient pas une conduite routinière automatique dans la mesure où elles sont développées par le biais d'interactions très lentes (action/réaction) et ne devient un construit bien établi par chaque individu qu'après une certaine période. Les attitudes ne peuvent donc être modifiées que par chaque individu, lorsqu'il prend conscience, au travers d'éléments et d'indices, que de nouvelles attitudes seraient plus appropriées pour réagir à l'environnement. Nous devons nous soucier des attitudes négatives des enseignants car elles affectent une grande partie des élèves.

Dans le cadre de cet article, nous nous posons la question de savoir quelle est l'attitude des enseignants des quelques écoles de Kisangani envers leurs écoliers ? Cette attitude est-elle en corrélation avec les résultats des écoliers en lecture compréhension ?

Les résultats montrent que la corrélation entre les attitudes des enseignants et les résultats des élèves en compréhension française est généralement faible. Ceci pour dire que les attitudes positives manifestées par les enseignants envers leurs élèves ne se sont pas corrélées avec les résultats de ces derniers.

MOTS-CLEFS: Attitude, Lecture, écoliers, Kisangani, RD Congo.

1 INTRODUCTION

S'il est vrai que les attitudes des enseignants favorisent la promotion de bonnes situations d'enseignement - apprentissage, la réalité d'une salle de classe consiste pour la plupart des élèves, en leçons où le savoir scientifique est communiqué par l'enseignant, au mieux comme un ensemble de faits, lois et données. Plusieurs études ont montré que, les attentes des enseignants en début d'année scolaire pouvaient affecter la réussite des élèves à la fin de celle-ci (objectivée par des résultats à des tests standardisés ou par les notes obtenues), aussi bien dans des contextes expérimentaux que naturels, dans des matières diverses comme la lecture, les mathématiques (Jussim et Eccles, 1992, pp.947-961) ou l'éducation physique et sportive (Trouilloud et Sarrazin, 2002, p.69-94).

L'attitude de l'enseignant envers les élèves joue un rôle déterminant. Pour créer de bons lecteurs, il faut des enseignants qui seront eux-mêmes très engagés envers la lecture. Les auteurs explicitent cette relation davantage en affirmant que les enseignants qui sont lecteurs transmettent cet amour pour la lecture aux élèves et génèrent des pratiques de lecture exemplaires. En fait, les enseignants qui ont des attitudes positives envers la lecture se sont révélés plus compétents en ce qui concerne l'utilisation de pratiques de littérature considérées comme efficaces en salle de classe selon l'étude de Morrison, Jacobs et Swinyard cité par Trouilloud (2002, p.262). Les activités vécues en classe peuvent également favoriser les attitudes positives en lecture. Selon Ivey et Broaddus cité par Trouilloud (2002, p.351), les élèves disent aimer surtout la lecture à voix haute par leur enseignant. A l'aide de différentes entrevues, l'auteur a pu établir que les élèves lisent si les enseignants leur donnent plus de temps pour la lecture personnelle. Les élèves interviewés par Worthy disent vouloir connaître les bons livres lus par leurs enseignants et veulent qu'on pique leur curiosité en leur lisant des extraits de livres. En résumé, les activités vécues en classe doivent être variées et stimulantes pour les élèves. Ces derniers aiment qu'on leur fasse la lecture, qu'on en discute et qu'on leur donne du temps pour lire.

Le style des enseignants, et principalement leurs attitudes, résulte du contexte. Il est issu de l'expérience, et ne devient pas une conduite routinière automatique dans la mesure où elles sont développées par le biais d'interactions très lentes (action/réaction), et ne devient un construit bien établi par chaque individu qu'après une certaine période. Les attitudes ne peuvent donc être modifiées que par chaque individu, lorsqu'il prend conscience, au travers d'éléments et d'indices, que de nouvelles attitudes seraient plus appropriées pour réagir à l'environnement. Nous devons nous soucier des attitudes négatives des enseignants car elles affectent une grande partie des élèves (Dupiez et Dumay, 2009, p.135). Or, au cours des dernières années, dans beaucoup de pays, des études ont établi qu'avec des enseignants démoralisés, il sera bien difficile de donner une formation de qualité à tous les jeunes afin qu'ils puissent s'intégrer dans la société, et que des professeurs qui manifestent des sentiments d'insatisfaction, ne sauront améliorer l'enseignement pour lequel ils travaillent (Bureau international du travail, 1991, p.96).

Dans le cadre de cet article, nous nous posons la question de savoir quelle est l'attitude des enseignants des quelques écoles de Kisangani envers leurs écoliers ? Cette attitude corrèle-t-elle avec les résultats des écoliers en lecture compréhension ?

En entreprenant cette étude, nous voulons déceler l'attitude des enseignants de quelques écoles de Kisangani sur leurs écoliers et, établir une corrélation entre cette attitude et les résultats de ces derniers. Compte tenu de la dégradation de notre système éducatif depuis des décennies, et du fait que les jeunes ne s'intéressent quasiment plus aux lectures dans le but de renforcer leur formation, nous pensons que les enseignants ont une attitude négative envers leurs élèves. Et, la corrélation entre cette attitude et les résultats des élèves serait positive.

Se référant aux analyses réalisées sur la détérioration de l'enseignement de la République Démocratique du Congo, les différents cycles d'études primaire, secondaire et universitaire qui constituent le système éducatif congolais s'accusent mutuellement, à tel point qu'on a mal à identifier l'endroit critique par où il faut commencer. C'est ce que Maroyi (2005, pp.45-46) appelle le cercle vicieux de la pyramide scolaire congolaise.

La présente étude pourrait attirer l'attention des décideurs, des planificateurs, des autorités politico-administratives, des gestionnaires de l'éducation, des organisations internationales et non gouvernementales qui souhaitent obtenir des informations sur l'impact des relations pédagogiques sur l'apprentissage des écoliers. En d'autres termes, il s'agit de montrer la relation entre l'attitude des enseignants et les résultats des écoliers, précisément en lecture compréhension française, au niveau de l'école primaire.

2 MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

Etudier la relation entre l'attitude des enseignants et la réussite en compréhension française chez les écoliers de la 4^e année primaire de quelques écoles de Kisangani, implique le recours à une épreuve pour évaluer la compréhension des textes, et un questionnaire d'enquête pour déceler l'attitude des enseignants dont les écoliers vont subir les épreuves. Le calcul de quelques indices statistiques nous a permis d'établir la relation entre les deux phénomènes.

Notre population d'études est constituée des élèves des écoles primaires de la ville de Kisangani. De cette population, nous avons procédé à la sélection de six écoles aléatoirement, en recourant à la technique de l'urne avec remise. A l'issue de cette opération, nous avons retenu les écoliers des écoles suivantes : Boningoli, Marie Antoinette, Ndolege 1, Ndolege 2, Maranatha et Dorcas. Ces six écoles renferment 15 classes. Et comme chaque classe est gérée par un enseignant, nous avons directement retenu les 15 enseignants titulaires de ces classes. Ainsi, notre échantillon se présente de la manière suivante :

Tableau n°1. Répartition de l'échantillon par école

Classes	Ecoliers	Enseignants
MARANATHA	14	1
DORCAS	15	1
BONINGOLI A	15	1
BONINGOLI B	15	1
MARIE ANTOINETTE A	13	1
MARIE ANTOINETTE B	18	1
NDOLEGE 1 4 ^e A	15	1
NDOLEGE 1 4 ^e B	15	1
NDOLEGE 1 4 ^e C	15	1
NDOLEGE 1 4 ^e D	16	1
NDOLEGE 1 4 ^e E	15	1
NDOLEGE 2 4 ^e A	16	1
NDOLEGE 2 4 ^e B	16	1
NDOLEGE 2 4 ^e C	16	1
NDOLEGE 2 4 ^e D	13	1
Total	227	15

Comme l'indique ce tableau, notre échantillon est de 227 écoliers, provenant de 15 classes. Il varie de 13 écoliers (Ecole primaire Ndolege, classe de quatrième année D) à 18 écoliers (Ecole primaire Marie Antoinette, classe de quatrième année B).

Pour récolter les données auprès des écoliers, nous avons recouru à une épreuve de compréhension française conçue par le Service de Planification et d'Evaluation en Education, de l'Université de Kisangani, dans son enquête intitulée « contribution à l'amélioration de l'efficacité des écoles primaires de la Province Orientale », laquelle épreuve a été validé par ce Service.

Nous avons conçu un questionnaire pour évaluer les attitudes des enseignants titulaires des classes de la 4^e année primaire, sélectionnées par notre étude. Ce questionnaire ne comportait que des questions fermées (type échelle de Likert, mais à 6 niveaux). Le traitement des données ayant été réalisé grâce au logiciel SPSS, dans cette partie du travail, nous ne décrivons que l'interprétation de différents indices calculés.

En vue d'étudier la fidélité de notre épreuve, nous avons calculé le coefficient alpha de Cronbach au moyen du logiciel SPSS, lequel coefficient était d'une valeur de 0,798. Quant on se sert de coefficient, un test est fiable à 0,70. Et notre coefficient qui est supérieur à ce seuil nous indique que l'épreuve de compréhension est fiable. (Lamoureux 2006, pp.157-158).

3 RESULTATS

3.1 ATTITUDE DES ENSEIGNANTS

Pour ce faire, un questionnaire a été adressé aux enseignants, dans le souci de savoir comment ils percevaient leurs élèves. Les attitudes manifestées sont contenues dans le tableau suivant :

Tableau n°2. Attitudes des enseignants envers les écoliers

N°	J'estime que les élèves de cette classe, ...	Pas du tout d'accord	Assez en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Assez en accord	Tout à fait d'accord	Total
1.	Ont des bonnes capacités à s'exprimer oralement	0	2	1	4	4	4	15
2.	Sont brillants	0	0	1	5	7	2	15
3.	Sont perspicaces	0	1	1	3	8	2	15
4.	Sont rationnels, logiques et pensent clairement	1	0	1	2	7	4	15
5.	Sont curieux	0	0	1	3	6	5	15
6.	Sont intelligents	0	0	0	3	6	6	15
7.	Ont un niveau scolaire adapté à leur âge et à leur niveau de scolarité	0	0	0	3	5	7	15

Il ressort de ce tableau, d'une manière générale, que l'attitude positive domine sur celle négative.

1. Pour la première question, nous trouvons 12 enseignants qui pensent que leurs élèves ont des bonnes capacités à s'exprimer oralement ; par contre, 3 enseignants manifestent une attitude négative envers leurs élèves.
2. A la deuxième et cinquième question, 14 enseignants ont manifesté une attitude positive, respectivement en estimant que leurs élèves sont brillants et curieux, tandis qu'un enseignant a manifesté une attitude négative envers ces derniers.
3. Quant aux questions trois et quatre, 13 enseignants ont manifesté une attitude positive, en pensant respectivement que leurs élèves sont perspicaces et rationnels, logiques puis pensent clairement.
4. A la sixième et septième question, tous les enseignants ont manifesté une attitude positive envers leurs élèves, en pensant que ces derniers sont intelligents et ont un niveau scolaire adapté à leur âge et à leur niveau de scolarité.

3.2 ANALYSE DE RENDEMENT EN COMPRÉHENSION

En compréhension des textes, nous avons analysé le rendement global, par classe, par sexe et selon le redoublement.

3.2.1 ANALYSE DU RENDEMENT GLOBAL

Le calcul des indices statistiques sur la base des scores globaux en compréhension française donne les résultats suivants :

Tableau n°3. Indices statistiques à l'épreuve de français

N	P	D	\bar{X}	SD	CV	Rdt
227	10	0	5,54	1,93	0,35	55,4

Légende :

N : nombre d'élèves enquêtés

P : première note

D : dernière note

\bar{X} : moyenne des notes

SD : écart-type

CV : Coefficient de variation

Rdt : rendement en pourcentage

Il ressort de ce tableau que les 227 élèves qui ont participé à l'épreuve de français ont obtenu une moyenne de 5,54 points sur un maximum de 10 points et un rendement de 55,4%. Ces élèves forment un groupe hétérogène avec un écart-type de 1,93 et un coefficient de variation de 0,35. Il s'avère que le rendement en français est insatisfaisant car inférieur au critère de 70%.

Le rendement des élèves varie-t-il par classe ? La recherche de la réponse à cette question a débouché sur l'analyse ci-dessous.

3.2.2 RESULTATS A L'ÉPREUVE DE FRANÇAIS PAR CLASSE

A partir des scores des élèves à l'épreuve de français, les indices ci-après ont été obtenus par classe.

Tableau n°3. Indices statistiques par classe à l'épreuve de français

Classes	N	P	D	\bar{X}	SD	CV	Rdt
MARANATHA	14	8	4	5,43	1,50	0,27	43,43
DORCAS	15	10	1	4,80	2,70	0,56	48,00
BONINGOLI A	15	10	2	5,20	2,08	0,39	52,00
BONINGOLI B	15	6	4	4,87	0,74	0,15	29,20
MARIE ANTOINETTE A	13	8	5	6,46	0,96	0,14	51,69
MARIE ANTOINETTE B	18	10	3	6,94	2,18	0,31	69,44
NDOLEGE 1 A	15	10	4	6,33	1,54	0,24	63,33
NDOLEGE 1B	15	10	0	4,73	2,37	0,50	47,33
NDOLEGE 1C	15	9	4	6,60	1,06	0,15	59,40
NDOLEGE 1D	16	8	3	5,81	1,68	0,28	46,50
NDOLEGE 1E	15	7	2	4,93	1,53	0,31	34,53
NDOLEGE 2A	16	9	3	5,68	1,35	0,23	51,18
NDOLEGE 2B	16	10	4	5,93	1,57	0,26	59,37
NDOLEGE 2C	16	10	2	4,25	2,59	0,61	42,50
NDOLEGE 2D	13	9	3	4,92	1,75	0,35	44,30
Total	227	10	0	5,54	1,93	0,35	55,42

Ainsi que le montre ce tableau, toutes les classes ont réalisé un score inférieur à 70%. Il sied de signaler, qu'une classe de l'EP. Marie Antoinette B a réalisé un score de 69,44%, lequel avoisine le critère de réussite prôné par l'Unesco.

En tenant compte du critère de réussite préconisé en République Démocratique du Congo, soit 50% des points, deux groupes des classes se forment:

- un premier groupe de 7 classes dont les rendements sont satisfaisants, car supérieurs à 50%. Il s'agit de Marie Antoinette B (69,44%), 1 Ndolege A (63,33%), 1 Ndolege C (59,40%), 2 Ndolege B (59,37%), Boningoli A (52%), Marie Antoinette A (51,69%) et 2 Ndolege A (51,18%).
- Un second groupe de 6 classes dont les rendements sont insatisfaisants, car inférieurs à 50%. Il s'agit des écoles primaires Dorcas (48%), 1 Ndolege B (47,33%), 1 Ndolege D (46,5%), 2 Ndolege D (44,3), Maranatha (43,43%), 2 Ndolege C (42,5%), 1 Ndolege E (34,53%) et Boningoli B (29,2%).

Ces écoliers forment deux groupes : le premier groupe est composé des écoliers homogènes ; il s'agit de la classe A de l'école Marie Antoinette, Boningoli B et Ndolege 1 C, car leurs coefficients de variation sont inférieur ou égal à 0,15. Le second groupe est constitué des écoliers hétérogènes ; il s'agit de Maranatha ; Boningoli A ; Ndolege 1 A, B, D et E ; Ndolege 2 A, B, C et D ; Dorcas ; Antoinette B, car leurs coefficients de variation sont supérieurs à 0,15.

Peut-on pourtant dire que les moyennes diffèrent significativement par classe ? Pour répondre à cette question, nous avons recouru au test de Kruskal Wallis. Celui-ci a débouché sur un chi carré équivalent à 44,211, avec une probabilité associée de 0,000. Cette probabilité étant inférieure au seuil de 0,05, les moyennes en français diffèrent significativement. C'est-à-dire que les moyennes réalisées par les écoliers diffèrent selon les classes.

3.2.3 RÉSULTATS SELON LE SEXE

Cherchant à connaître s'il existe une différence des performances des écoliers selon le sexe, nous avons calculé les indices statistiques suivants :

Tableau n°4. Indices statistiques par sexe à l'épreuve de français

Sexe	N	P	D	\bar{X}	SD	CV	Rdt
Masculin	130	10	0	5,56	1,97	0,35	55.6
Féminin	97	10	2	5,52	1,87	0,34	55,2
Total	227	10	0	5,54	1,93	0,35	55,42

Il ressort de ce tableau que les 130 garçons impliqués dans l'enquête ont réalisé un rendement de 55,61%, avec une moyenne de 5,56 sur 10, et un coefficient de variation de 0,35. Les filles ont réalisé un rendement de 55,2%, avec une moyenne de 5,52 et un coefficient de variation de 0,34.

Du point de vue des résultats obtenus, ces deux groupes ont réalisé un rendement inférieur au seuil de 70%, ces résultats sont insatisfaisants. En ce qui concerne l'homogénéité, ces deux sexes forment des groupes hétérogènes, car leurs coefficients de variation sont supérieurs à 0,15.

Dans le but de savoir si ces moyennes diffèrent significativement par sexe, nous avons calculé le test t de student. Celui-ci a donné une valeur de 0,178, avec une probabilité associée de 0,859. Cette probabilité étant supérieure au seuil de 0,05, il n'existe pas une différence entre la moyenne obtenu par les filles et celle des garçons en compréhension française.

3.2.4 RÉSULTATS SELON LE REDOUBLEMENT

L'analyse des résultats en fonction de redoublement nous a permis d'obtenir les indices statistiques suivants :

Tableau n°5. Indices statistiques par redoublement à l'épreuve de français

Redoublement	N	P	D	\bar{X}	SD	CV	Rdt
Sans redoublement	188	10	0	5,57	1,89	0,34	55,70
Avec redoublement	39	10	2	5,41	2,07	0,38	54,10
Total	227	10	0	5,54	1,93	0,35	55,42

Ce tableau montre que les écoliers qui n'ont pas redoublé ont réalisé un rendement de 55,70%, avec une moyenne de 5,57 sur 10 points, et un coefficient de variation de 0,34. Les écoliers redoublants ont réalisé un rendement de 54,1%, avec une moyenne de 5,41 et un coefficient de variation de 0,38.

Ces résultats sont insatisfaisants. Ainsi, ces deux groupes sont hétérogènes, car leurs coefficients de variations sont supérieurs à 0,15.

Cherchant à connaître si ces moyennes diffèrent significativement par redoublement, nous avons calculé le test t de student qui a donné une valeur de 0,468, avec une probabilité associée de 0,640. Cette probabilité étant supérieure au seuil de 0,05, il n'existe pas une différence entre les moyennes des redoublants et des non redoublants en compréhension française.

3.3 RELATION ENTRE ATTITUDE DES ENSEIGNANTS ET COMPRÉHENSION DES ÉLÈVES

Nous avons cherché à savoir s'il existe une relation entre les attitudes des enseignants, d'une part, et les résultats des élèves en compréhension française, d'autre part.

Pour cela, nous avons calculé le coefficient de corrélation rho de Spearman entre les scores d'attitude de l'enseignant à chaque question et la moyenne des résultats des élèves en compréhension. Cette analyse a fourni les résultats ci-dessous :

Tableau n°6. Corrélation entre attitude des enseignants et résultats des élèves en compréhension française

N°	Questions J'estime que les élèves de cette classe,...	Corrélation	Probabilité
1.	Ont des bonnes capacités à s'exprimer oralement	0,499	0,102
2.	Sont brillants	0,133	0,637
3.	Sont perspicaces	0,117	0,678
4.	Sont rationnels, logiques et pensent clairement	0,289	0,296
5.	Sont curieux	-0,089	0,753
6.	Sont intelligents	-0,299	0,279
7.	Ont un niveau scolaire adapté à leur âge et à leur niveau de scolarité	0,054	0,848

De l'observation de ce tableau, il ressort que la corrélation entre les attitudes des enseignants et les résultats des élèves en compréhension française est généralement faible. Ceci pour dire que les attitudes positives manifestées par les enseignants envers leurs élèves ne sont pas corrélées avec les résultats des écoliers en compréhension française.

Mais, il importe de signaler aussi que, pour ce qui concerne ces attitudes, deux catégories de questions se dégagent : une catégorie où la corrélation entre les attitudes des enseignants et les résultats des élèves est positive (Questions n°1, 2, 3, 4 et 7) et une autre où cette corrélation est négative (questions n°5 et 6).

4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Comme nous l'indiquions lors de la présentation de la problématique, il ressort des travaux de recherche sur les attitudes, qu'en général, la relation maître-élève est plus négative lorsqu'il s'agit d'élèves en difficulté scolaire que lorsqu'il s'agit d'élèves ordinaires. Le style des enseignants et leurs attitudes résultent du contexte. Il est issu de l'expérience, et ne devient pas une conduite routinière automatique dans la mesure où elles sont développées par le biais d'interactions très lentes (action/réaction). Les attitudes ne peuvent donc être modifiées que par chaque individu, lorsqu'il prend conscience, au travers d'éléments et d'indices, que de nouvelles attitudes seraient plus appropriées pour réagir à l'environnement. Nous approuvons la position de Carr (1990) selon laquelle les changements professionnel et éducationnel sont deux problèmes étroitement liés.

Les attitudes négatives des enseignants affectent la progression des élèves. Il a été aussi démontré que les enseignants qui ont des attentes élevées vis-à-vis des acquisitions de leurs élèves obtiennent effectivement de meilleurs résultats que les autres. Mais, il convient de remarquer que notre étude ne va pas dans le même sens, car les élèves concernés par cette recherche ont réalisé des résultats qui ne sont pas en corrélation (significative) avec les attitudes des enseignants.

Nous pensons que la contradiction à laquelle nous avons abouti résulterait de manque de pris en compte du niveau initial de ces écoliers, aussi des attitudes initiales de leurs enseignants. Ce manque d'informations au niveau initial des ces enquêtés ne nous a pas permis de connaître d'autres informations pertinentes. Nous soulignons une fois de plus que l'image d'un enseignant est celle d'un agent actif qui construit des perspectives et qui agit. Il doit être encouragé à renforcer ses facultés à prendre de bonnes décisions éducatives. Il a été aussi montré que les enseignants qui ont des attentes élevées vis-à-vis des acquisitions de leurs élèves obtiennent effectivement de meilleurs résultats que les autres : c'est le fameux effet Pygmalion, isolé dans les années 1960 par deux chercheurs américains. Mais comment cet effet d'attente se produit-il ?

D'une part, les enseignants qui ont des attentes élevées offrent un contenu plus riche, plus ambitieux aux élèves, ils s'évertuent davantage à leur faire acquérir les notions. D'autre part, les enseignants communiquent, de manière explicite ou implicite, leur degré d'attente et « persuadent » ainsi les élèves qu'ils sont capables de réussir. La psychologie sociale a bien montré le rôle bénéfique de la confiance en soi pour les élèves, qui améliore le sentiment de compétence et de contrôle sur sa propre réussite. Ces éléments sont favorables à un meilleur engagement dans les tâches scolaires, donc à de meilleurs apprentissages.

Or, tous les enseignants ne portent pas le même regard sur les élèves. Les jugements rigides ou stéréotypés sont sans doute les moins aptes à favoriser les progrès des élèves. Les enseignants dogmatiques amplifient les différences, entre forts et faibles par exemple. Ils développent de ce fait de faibles attentes vis-à-vis de ceux qu'ils jugent faibles (Voir tableau 7, questions n°5 et 6). Une vision rigide fait qu'ils perçoivent davantage les informations conformes à leur jugement initial, ou bien transforment les informations pour les rendre compatibles avec ce jugement. Ils s'enferment ainsi dans une vision fixiste des élèves malgré d'éventuels signes de changements de leur part. À la longue, si les élèves ne résistent pas, ils vont finir par se voir tels qu'on les voit, se conformer à ce qui est attendu d'eux, confirmant ainsi le jugement initial.

À l'inverse, les enseignants efficaces font preuve d'une attitude non dogmatique, une confiance dans la capacité des élèves à progresser et aussi la croyance que les résultats ne sont pas seulement le produit de capacités fixes, stables et générales (Voir tableau 7, questions 1, 2, 3, 4 et 7). Dans la plupart des modèles explicatifs des prophéties auto-réalisatrices, ce ne sont pas les attentes en elles-mêmes qui influenceraient l'élève, mais plutôt les comportements particuliers des enseignants engendrés par ces attentes (Jussim, 1986). Les modèles présument, en effet, que les enseignants vont agir et réagir de manière différente avec les élèves, en fonction des attentes qu'ils formulent à leur égard (Brophy et Good, 1974 ; Cooper, 1979 ; Darley et Fazio, 1980 ; Jussim, 1986 ; Rosenthal, 1974 ; Snyder, 1984).

Les résultats de notre étude mettant en relation les attitudes de l'enseignant, selon le niveau de son sentiment de responsabilité envers le succès des élèves, viennent confirmer certains travaux de recherche qui ont démontré l'importance du sentiment de responsabilité. McLaughlin et Marsh (1978) mentionnent dans leur étude que le sens de l'efficacité de l'enseignant, défini comme la croyance de celui-ci dans sa capacité d'avoir des effets sur la performance de l'élève, serait l'attribut qui pourrait le plus influencer la performance de l'enseignant.

Brookover et Lezotte (1979) précisent de leur côté que la croyance de l'enseignant en sa responsabilité et ses attentes face aux apprentissages des élèves peuvent avoir un effet important sur les apprentissages. Ce sentiment de responsabilité constitue une force motivationnelle qui a une influence sur la performance de la classe de l'enseignant. De plus, selon ces auteurs, le personnel, dans les écoles vues comme "moins efficaces," a tendance à se sentir moins responsable de l'apprentissage des élèves que celui des autres écoles vues comme "plus efficaces."

5 CONCLUSION

La présente recherche voulait déceler l'attitude des enseignants de quelques écoles de Kisangani sur leurs écoliers et, établir une corrélation entre cette attitude et les résultats de ces derniers

Au terme de nos analyses, nous avons abouti à ce qui suit :

- D'une manière générale, l'attitude positive des enseignants domine sur celle négative ;
- Comparé au critère de 70% prôné par l'Unesco, les classes couvertes par l'étude ont réalisé un score inférieur. Les élèves de 4^e année primaire des classes enquêtées diffèrent en ce qui concerne leur degré de maîtrise des objectifs d'apprentissage du français ; sauf selon le sexe et le redoublement.
- La corrélation entre les attitudes des enseignants et les résultats des élèves en compréhension française est généralement faible. Ceci pour dire que les attitudes positives manifestées par les enseignants envers leurs élèves ne se sont pas corrélées avec les résultats de ces derniers. Remarquons que, pour ce qui concerne ces attitudes, deux catégories des résultats s'observent : une catégorie où la corrélation entre les attitudes des enseignants et les résultats des élèves est positive (Questions n°1, 2, 3, 4 et 7) et une autre où cette corrélation est négative (questions n°5 et 6).

Partant de ces résultats, nous suggérons à d'autres chercheurs de mener ces genres d'études, en considérant les aspects que nous n'avons pas pu considérer, entre autres, les déterminants des attitudes des enseignants, les types de personnalité de ces enseignants, les pratiques enseignantes, etc.

REFERENCES

- [1] Bamwishi, J., (1972). Les adolescents et la compréhension des textes écrits, contribution méthodologique à l'élaboration de l'instrument destiné à mesurer à long terme l'efficacité des méthodes d'apprentissage de la lecture. *Thèse inédite*. Université de Genève : ISE.
- [2] Banque mondiale (1991). *Vocational and technical education and training*. Document de politique générale de la Banque mondiale. Washington (DC).
- [3] Barros, S. et Marcos, F. (1974). *Les attitudes des enseignants : comment elles influent sur la réalité de la classe*. Brésil : université fédérale de rio de Janeiro.
- [4] Bonboir, A. (1975). *La docimologie*. Paris : PUF.
- [5] Bressoux, P. et Pansu, P. (2003). *Quand les enseignants jugent leurs élèves*. Paris : PUF.
- [6] Brookover, W.B. et Lezotte, L.W. (1979). *Changes in school characteristics coincident with changes in student achievement* (Occasional Paper No. 17). East Lansing: Michigan State University, College of Education, Institute for Research on Teaching.
- [7] Bureau international du travail (1991 a). *Le personnel enseignant : les défis des années quatre-vingt-dix*. Deuxième réunion paritaire sur les conditions de travail des enseignants. Document JMEWCT/2/1991). Genève: OIT.

- [8] Bureau international du travail (1992). *Ajustement et mise en valeur des ressources humaines*. Rapport VI. Conférence internationale du travail, 79^e session. Genève: OIT.
- [9] Cardinet, A. (1996). Un lieu de pratique pédagogique par excellence : la médiation des relations temporelles en formation continue. *In Revue de Recherches en Éducation*. n°17, pp.195-212
- [10] Conquet, A., (1970). *Lisez mieux et vite*. Paris : Le centurion. 7^e édition.
- [11] De Landsheere, G. (1974). *Introduction à la recherche en éducation*. Paris : Armand Collin.
- [12] Duboisson, J. (1929). *Le problème de l'orientation scolaire*. Neuchâtel : Delachaux.
- [13] Foulquié, P. (1971). *Dictionnaire de la langue pédagogique*. Paris : PUF.
- [14] Gilly, M. (1980). *Maître-élève: rôle institutionnel et représentations*. Paris: PUF.
- [15] Jussim L et Eccles J.S (1992). Teacher expectations 2 : Construction and reflection of student achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, n°63, pp.947-961.
- [16] Loi-cadre n° 14/004 du 11 février 2014 de l'enseignement national de la République Démocratique du Congo (2014).
- [17] Maroyi, S. (2005). Le cercle vicieux de la pyramide scolaire congolaise. *In Ecole Démocratique*. Bruxelles.
- [18] Martel D, Gagnon J, Pelletier-Murphy J, et Grenier J (1999). Pygmalion en Education physique : Un mythe bien réel. *Revue Canadienne de l'Education*, n°24, pp.42-56.
- [19] McLaughlin, M.W. et Marsh, D.D. (1978). Staff development and school change. *Teachers College Record*, n°80(1), pp.69–94.
- [20] Organisation de coopération et de développement économique (1990). *L'enseignant aujourd'hui, fonctions, statut, politiques*. Paris: OCDE.
- [21] Potvin, P. et Rousseau, R. (1991). *Les attitudes réciproques des enseignants et des élèves en difficulté scolaire* (Rapport de recherche). Université du Québec : Département de psychologie.
- [22] Programme National de l'Enseignement Primaire, 2005
- [23] Recueil des directives et instructions officielles (1998), 3^e édition ELISCO.
- [24] Rosenthal, R.A. et Jacobson, L. (1968). *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupils'intellectual development*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- [25] Segers, A. (1962). *La lecture silencieuse à l'école secondaire et à l'université*. Louvain : Nauwelaerts.
- [26] Trouilloud, D. (2002). L'effet Pygmalion en Education Physique et Sportive. Réalité, processus médiateurs et variables modératrices de l'influence des attentes de l'enseignant sur la motivation et la performance des élèves. *Thèse de doctorat inédite*.
- [27] Trouilloud, D. et Sarrazin, P. (2002). L'effet Pygmalion existe-t-il ? Influence des attentes des enseignants sur la motivation et la réussite des élèves. *Science et Motricité*, n°46, pp.69-94.

