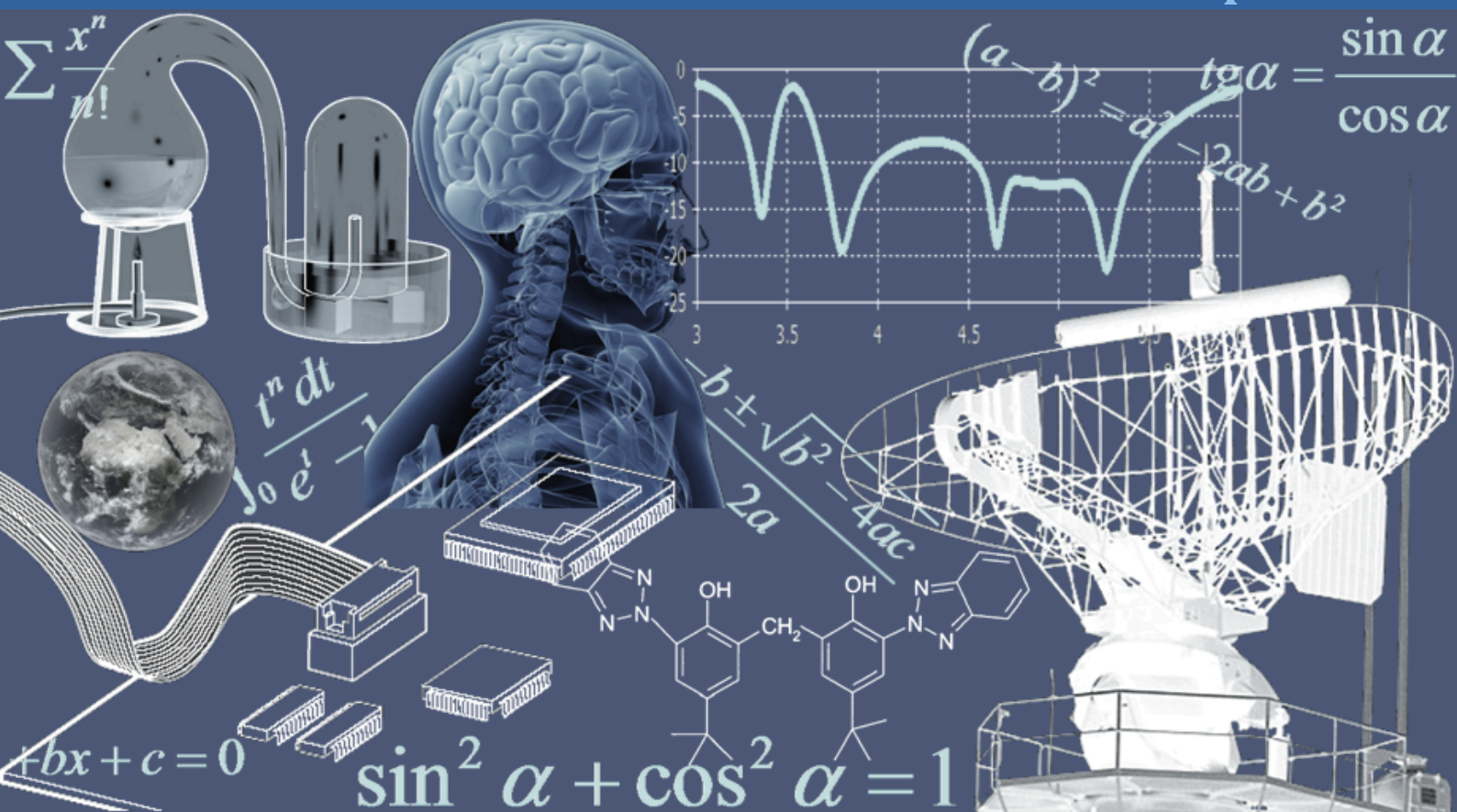


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 15 N. 3 April 2016



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Table of Contents

Leptospirosis: Transmission, Diagnosis and Prevention	457-467
QHSE approach (quality, health & security at work and environment) diagnosis at sectors of traditional food products in southeast oasis of Morocco	468-475
Les stratégies pour l'émergence de la République Démocratique du Congo au rang d'une puissance régionale en Afrique Subsaharienne	476-490
LA LIMITATION DES MANDATS PRESIDENTIELS ET L'OPINION PUBLIQUE EN AFRIQUE CENTRALE	491-502
Tératome immature de l'ovaire et grossesse: A propos d'un cas	503-514
LAS COMPETENCIAS EN TIC Y LA CALIDAD EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: CASO UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	515-522
LA FILTRATION SUR LE FOULARD DE TETE : UNE VOIE SIMPLE D'ELIMINATION DU Vibrio Cholerae DES EAUX PRELEVEES AU LAC KIVU / RIFT EST AFRICAIN	523-530
Algae Spices list of Tigris River within Baghdad city – Iraq	531-546
Evaluation de la qualité hygiénique des viandes et de certains produits carnés prélevés de la ville de Fès, Maroc	547-554
MANAGEMENT OF DIAPHYSEAL TIBIA FRACTURES WITH INTERLOCKING NAIL WITHOUT USING IMAGE INTENSIFIER	555-559
COMPARATIVE STUDY OF MANAGEMENT OF DIAPHYSEAL FEMUR FRACTURE WITH INTRAMEDULLARY INTERLOCKING NAIL AND K. NAIL	560-564
Cartographie Numérique des zones à Risque chimique de l'environnement de Kinshasa	565-572
Analyse par l'approche filière de pomme de terre dans l'hinterland minier de Lubumbashi	573-582
Contraintes de mobilisation et difficultés de conduite d'une démarche qualité au sein de l'entreprise marocaine : Modélisation et étude de Cas de PME	583-598
MEASURING THE EFFECTS OF PARALLEL IMPORTATION OF THE EFFICIENCY OF SELECTED MULTINATIONAL PHARMACEUTICAL COMPANIES' OPERATIONS IN THE PHILIPPINES	599-604
Urban spill and Spatial Concentration and Coastal Activities in Greater Sousse in Tunisian Sahel: conflicts Factors in the Sector of Water	605-617
Vertical accuracy assessment of Open source Digital Elevation Model (a case study from northern Morocco)	618-628
Impact de la commercialisation nocturne des produits agricoles au centre-ville de Lubumbashi sur le budget ménager des acteurs	629-636
Contamination par Bacillus cereus de l'attiéké produit dans le secteur informel au sud de la Côte d'Ivoire et gestion du risque par le réchauffage hydrothermique	637-654
Détermination de la densité de bois et du pouvoir calorifique de quatre espèces de boisements urbains de Kinshasa en République Démocratique du Congo	655-666
Contribution de l'analyse multivariée et des SIG pour la caractérisation hydrochimique de la nappe phréatique de la plaine de Sidi Bouzid (Tunisie centrale)	667-684
Contribution à l'étude Géochimique des formations géologiques du volcan Nyiragongo : Cas du Cône du Lac Vert à Goma, Nord-Kivu, RD Congo	685-696
Influence du calendrier de semis du maïs (Zea mays L.) et de l'année de culture sur le rendement et les composantes de rendement du voandzou (Vigna subterranea (L.) Verdc.) dans la région savannicole de la Côte d'Ivoire	697-703
Etude des difficultés rencontrées par les enseignants débutants sortis de l'Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Bénin lors de leur insertion professionnelle	704-715
Effets de la complémentation avec des blocs multi-nutritionnels concentrés à base de Sida cordifolia L., une plante invasive, sur les performances zootechnico-économiques des antenais de race Balami à Déréki/Dosso (Niger)	716-730

Leptospirosis: Transmission, Diagnosis and Prevention

Waleed Al-orry^{1,2}, M. Arahou¹, R. Hassikou¹, A. Quasmaoui², R. Charof², and Z. Mennane²

¹Laboratory of Botany, Department of Biology, Faculty of Sciences, Rabat, Morocco

²Department of Medical Bacteriology, National Institute of Hygiene,
Ibn Battuta Avenue, B.P. 769, Agdal, Rabat 11000, Morocco

Copyright © 2016 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: Leptospirosis is probably the most widespread and prevalent zoonotic disease in the world. It is difficult to diagnose both in the clinic and the laboratory. Therefore, the disease is frequently not recognized and consequently severely neglected. Leptospirosis is (re-)emerging globally and numerous outbreaks have occurred worldwide during the past decade. Leptospirosis affects humans in rural and urban settings and in industrialized and developing countries. The most recent examples are the epidemics in Nicaragua in 2007, in Sri Lanka in 2008 and in the Philippines in 2009, each affecting several thousands of people and causing hundreds of deaths. Based on global data collection 300,000–500,000 cases of leptospirosis occur annually, and the annually death rate worldwide is estimated to be 58,900.

KEYWORDS: leptospirosis, Zoonosis, Morocco, Elisa, PCR, Prevention.

1 INTRODUCTION

Leptospirosis is a bacterial zoonosis that is common worldwide, especially in developing countries. Organisms are shed in the urine of infected animals, including rodents and domesticated animals, which may not show signs of disease. Humans usually become ill after contact with infected urine, or through contact with water, soil or food that has been contaminated [1]. Leptospirosis is caused by the spirochete *Leptospira interrogans*. There are over 200 pathogenic serovars, divided into 25 serogroups. Infection confers serovar-specific immunity, but further infections can occur with different serovars [2]. The sources of infection are infected animals [3]. The main transmission routes are through injured skin and via long periods of exposure to contaminated water or soil [4]. Leptospirae can survive for weeks or months in the environment under favorable conditions, such as temperatures of 28°C to 32°C and a neutral or slightly alkaline pH [5].

Clinical manifestations of leptospirosis varies from mild to severe and symptoms include fever, myalgia, headache, malaise, intense jaundice and bleeding [6]. The most severe forms of it include Weil's disease, pulmonary hemorrhage syndrome and liver or renal failure may also develop and consequently lead to death [7]. Timely diagnosis of leptospirosis is essential for early and effective treatment. The major concern with leptospirosis diagnosis are its similarities to other diseases, which makes it difficult to differentiate from other febrile conditions like influenza, hemorrhagic fevers, typhoid fever, rickettsiosis, aseptic meningitides, hepatitis and malaria [8].

2 LEPTOSPIRA (THE ORGANISM)

Leptospirae are spirochetes, and include both saprophytic and pathogenic species comprising the genus *Leptospira*, which belongs to the family Leptospiraceae, usually about 6-25 µm long and 0.1 to 0.2 µm in diameter, and have a typical double membrane structure as found in other spirochetes as it shown in Figure 1. Leptospirae are highly motile, obligate aerobes, with an optimum growth at a temperature of 28 to 30 °C and at pH range 6.8 to 7.4. Leptospirae can survive in a moist environment (e.g. soils, mud, swamps, streams and rivers), in organs and tissues of live or dead animals, or in diluted milk.[9,6].

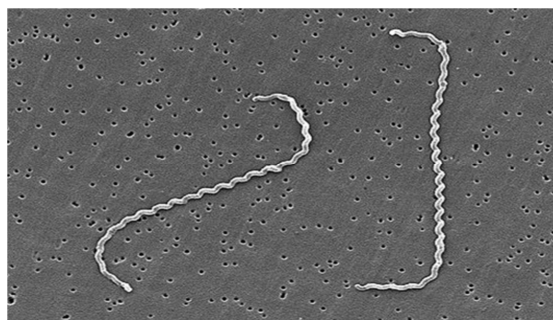


Fig. 1. Scanning electron micrograph of *L. interrogans* serovar *icterohaemorrhagiae* strain RGA bound to a 0.2-mm membrane filter. Reproduced from reference 625a with permission. Photo from Levett PN [12].

3 HISTORICAL ASPECTS

In 1882, Adolf Weil reported his description of a clinical syndrome characterized by splenomegaly, jaundice and nephritis, commonly referred to as Weil's disease which became synonymous with leptospirosis. Leptospire were first identified as a cause of Weil's disease in Japan, where it was common among coal miners [10].

4 EPIDEMIOLOGY AND BURDEN OF HUMAN AND ANIMALS

Leptospirosis occurs worldwide, except in polar regions. It is considered to be the most widespread zoonosis in the world [2,11]. The incidence is significantly higher in warm climate countries than in temperate regions, this is due mainly to longer survival of leptospire in the environment in warm, humid conditions [12]. Infected animals may have leptospire persistently colonising the proximal renal tubules and excrete the organism intermittently for months or years, or even for lifetime [5]. Disease is maintained by chronic carrier hosts that excrete the organism into the environment, and infection in man results from direct contact with infected animals or indirect contact with a contaminated environment[13].

Although excretion of leptospire in human urine for weeks or months, humans are not regarded as a source of transmission [14].

In animals the presence of *Leptospira* spp. in semen of infected bulls was demonstrated naturally and experimentally, indicating the possibility of bovine leptospirosis transmission by natural coition or by artificial insemination [15].

Global incidence of leptospirosis is still not well known [16]. The World Health Organization (WHO) has estimated that the annual incidence of leptospirosis is 0.1–1 case/100,000 people in temperate non-endemic areas, and 10–100 cases/100,000 people in humid, tropical, endemic areas [20]. The number of severe cases were reported to be approximately 300,000 to 500,000 each year worldwide, with case fatality rates of up to 30% [16,7]. Some authors indicated that the annually death rate due to leptospirosis worldwide is estimated to be 58,900 [17]. Environmental conditions strongly affect the transmission of leptospirosis. Leptospiral diversity is limited on islands such as Barbados, where only four pathogenic serovars infectious to people have been identified, and in urban environments where the major potential reservoir mammals are limited to rats and dogs [14].

In tropical regions with high species richness, such as the Amazon basin or other continental settings like rural southeast Asia, wild mammals would probably be infected by leptospire, and these leptospire should be highly diverse [14].

Besides the significant impact on public health, leptospirosis is also an animal health problem that causes economic losses in the livestock industries, due to reproductive failure, decreased milk and meat production, reduced growth, and clinical illness [11].

In addition young animals are generally more susceptible to the disease than adults and often suffering severe outbreak and high mortality rates [18].

An infected animal can remain symptom-free and shed infectious organisms in the urine for its entire lifetime [14]. A recent study of seemingly healthy dogs in Kansas, USA confirmed such an event. Of 500 dogs assessed without regard to health status, 41 were shown to have leptospiuria by PCR, and only four had clinical findings consistent with leptospirosis [14].

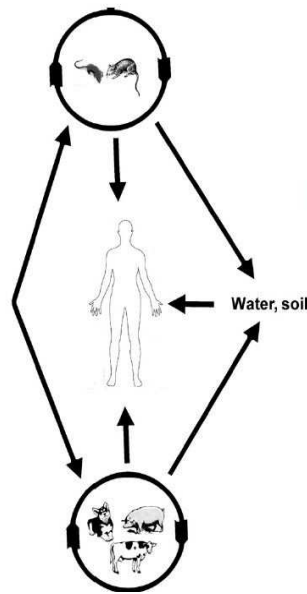


Fig. 2. Epidemiology of leptospirosis in animals and humans, photo from [6]

5 RESERVOIRS OF INFECTION

Leptospira has been isolated from virtually all mammalian species[11]. Numerous mammalian species are natural carriers (maintenance hosts) of pathogenic leptospires, including feral, farm and pet animals[12], but a significant source of infection for humans is the rat, which is associated with the more serious, icteric manifestation of leptospirosis[2]. Infected animals may excrete leptospires intermittently or regularly for months or years, or for their lifetime [11].

Leptospira serovars are generally adapted to one or more mammalian. Dogs are reservoir hosts for serovar Canicola, and pigs for Bratislava and Pomona. Horses may also maintain Bratislava. Cattle are the primary reservoir hosts for Hardjo; however, this serovar is also maintained in farmed red deer (*Cervus elaphus*) and wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) in New Zealand, and sheep and goats may also have a role [1].

Rodents and insectivores are reservoir hosts for a number of *Leptospira* serovars. In particular, rats are important hosts for serovars Icterohaemorrhagiae and Copenhageni in the serogroup Icterohaemorrhagiae [1].

6 INCUBATION PHASE

In humans The incubation phase from exposure to onset of symptoms averages from 7 to 12 days, though it can be as short as 3 days or as long as a month [16].

In animals the incubation period can be as short as a few days, with clinical signs appearing after 5 to 15 days in experimentally infected dogs. It may be longer when clinical signs are the result of chronic, low level damage to the kidneys or liver. Rare case reports in cats suggest the possibility of prolonged incubation periods in this species [1].

7 CLINICAL MANIFESTATIONS

Leptospira infections may be asymptomatic, mild or severe, and acute or chronic. The illness tends to be milder in the reservoir host, and more severe when the serovar is not adapted to the host species [1].

In humans, severe leptospirosis is frequently but not invariably caused by serovars of the icterohaemorrhagiae serogroup. The specific serovars involved depend largely on the geographic location and the ecology of local maintenance hosts. Thus in Europe, serovars copenhageni and icterohaemorrhagiae, carried by rats, are usually responsible for infectious, while in Southeast Asia, serovar lai is common [12].

Acute or icteric disease could lead to death. In man it causes death to 25-50% of hospitalized cases, depending on the virulence of the infecting serovar. The acute disease shows, in addition to jaundice and haemoglobinuria, signs of meningitis, pulmonary hemorrhage and signs from complete systemic collapse due to kidney failure. If the acute disease is milder in its

clinical appearance, it shows flue-like signs and remains mainly undiagnosed. Man is seldom chronically infected. Chronic disease is mostly found among animals. Abortions and neonatal deaths are the common outcome of animal chronic infection. They are also of economic importance when food producing animals are infected [19].

In animals abortions usually occur 2 to 12 weeks after infection in cattle, and 1 to 4 weeks after infection in pigs [1].

7.1 CLASSIC SYMPTOMS

7.1.1 ANICTERIC FEBRILE ILLNESS

The typical leptospirosis is biphasic. The first septicemic phase lasts for 4-7 days and is characterized by acute systemic infection and leptospira in the blood and in cerebrospinal fluid. This is followed by a period of one to three afebrile and asymptomatic days and then the second immune phase starts with fever and leptospira in the urine and lasts for 4-30 days or longer. This bifasic course may not be seen in all patients.

Common symptoms are sudden onset of fever (typically 39°C) sometimes with rigors and chills, headache, muscle pain and tenderness, malaise with or without vomiting. Chest pain, dry cough and haemoptysis may occur. Some patients can develop mental symptoms of restlessness, confusion and delirium.

The most characteristic findings on examination are conjunctival suffusion and severe myalgia. Conjunctival suffusion is bilateral and usually associated with subconjunctival haemorrhage. Myalgia is most commonly located in the lower limbs and is so severe that even touching the muscle causes intense pain [20].

Aseptic meningitis may be found in 25% of all leptospirosis cases and may account for a significant minority of all causes of aseptic meningitis. Patients with aseptic meningitis have tended to be younger than those with icteric Leptospirosis. In one study authors noted that 62% of children ≤ 14 years old presented with aseptic meningitis, whereas only 31% of patients aged 15 to 29 years did so and only 10% of those over 30 years of age. Mortality is almost nil in anicteric leptospirosis but death resulting from massive pulmonary hemorrhage occurred in 2.4% of the anicteric patients in a Chinese Outbreak [12].

7.1.2 ICTERIC LEPTOSPIROSIS (WEIL'S DISEASE)

In some patients the septicemic phase progress to severe icteric illness with renal failure. Jaundice is the most important clinical feature of the severity of illness and is due to hepatorenal necrosis, intrahepatic cholestasis and increased bilirubin load from absorption of tissue haemorrhage. The liver is often enlarged and tender. Renal involvement is the most serious complication and is the most common cause of death in icteric leptospirosis. Oliguria can occur as early as the fourth day of illness but more often in the second week.

Meningeal symptoms are frequent but overshadowed by hepatic and renal features.

Severe bleeding, cardiac and pulmonary complications are frequent. Toward the end of the second week the patient is deeply jaundiced, ureaemic and haemorrhagic and become comatose. Death may occur in this stage due to renal failure and the mortality rate may be as high as 15-40%. In those who are not severely ill, recovery takes place in the second week [20].

7.1.3 OTHER COMPLICATIONS

Acute infection in pregnancy has been reported to cause abortion. In one of the cases reported by Chung et al. [21], leptospire were isolated from amniotic fluid, placenta, and cord blood; the infant was mildly ill and was discharged at 2 weeks of age. In another case, a neonate developed jaundice and died 2 days after birth [22], [12].

7.1.4 RECOVERY PHASE

With proper supportive care, most leptospirosis patients recover completely, patients with acute renal failure who require dialysis typically regain most of their renal function, although there may be evidence of persistent mild renal impairment, in addition, there is growing recognition that many patients suffer from chronic postleptospirosis symptoms. In a recent study of laboratory-confirmed leptospirosis patients in the Netherlands, 30 % of patients experienced persistent complaints after acute leptospirosis (PCAC) characterized by fatigue, myalgia, malaise, headache, and weakness, of patients with PCAC, 21 % reported that their complaints lasted for more than 24 months [21].

8 TRANSMISSION

Leptospirosis is a direct zoonosis. Rodents are considered as reservoirs host for leptospiral infection but domestic animals play an important role in the transmission [23]. Small mammals are the most important reservoirs [21]. Leptospirosis can be transmitted either directly between hosts or indirectly through the environment [1]. Human infection results from exposure to infected urine of carrier mammals [14]. Indirect contact with infected animals, via water or soil contaminated with infected urine, is a more common source for human infection than direct contact with infected animals [8].

The organisms usually enter the body through mucous membranes or abraded skin [1], and via long periods of exposure to contaminated water or soil [4].

Leptospire have been isolated from human breast milk. And in one case serovar hardjo was probably transmitted from an infected mother to her infant by breastfeeding [21].

In rare instances, human cases have also been transmitted during sexual intercourse. Other uncommon routes of exposure in people include rodent bites and laboratory accidents [1].

In animals the possibilities for transmission through direct contact within animal populations include sexual contact or artificial insemination [4].

Leptospira can be found in aborted or stillborn fetuses, as well as in normal fetuses or vaginal discharges after giving birth. They can be isolated from the male and female reproductive organs in some species, and these infections may persist for long periods. For example, serovar Hardjo may be found in the reproductive tract of both cows and bulls for more than a year [1].

9 RISK FACTORS

Individuals with occupations at risk for direct contact with potentially infected animals include veterinarians, abattoir workers, farm workers (particularly in dairy milking situations), hunters and trappers, animal shelter workers, scientists, and technologists handling animals in laboratories or during fieldwork. The magnitude of the risk depends on the local prevalence of leptospiral carriage and the degree and frequency of exposure [24]. Agricultural workers at risk for leptospirosis include rice field workers, taro farmers, banana farmers, and sugar cane and pineapple field harvesters [12].

These occupations involve activities likely to result in exposure of cuts and abrasions to soil and water contaminated with the urine of rodents and other animals attracted to food sources. For example, banana workers accounted for two-thirds of the reported leptospirosis cases in a tropical region of Queensland, Australia [25].

Most of these infections are preventable by the use of appropriate personal protective equipment such as rubber boots, gloves, and protective eyewear [24].

Recreational exposures include all freshwater water sports. The importance of this type of exposure has increased over the past 20 years as the popularity of adventure sports and races has increased, and also because the relative cost of travel to exotic destinations has decreased [26]. Urban slum dwellers in areas with poor sanitation are at particularly high risk [10].

These factors are most likely surrogates for rat exposure, as proximity to uncollected trash and sighting of rats increased the risk of leptospirosis among residents of urban slums [27].

Significant exposure also occurs from normal daily activities, with high rates of infection during heavy rainfall and flooding. In developed countries, infection is now increasingly being associated with outdoor recreational exposure and international travel [28].

9.1 RAINFALL AND FLOODING

Heavy rainfall and flooding increase the risk of leptospirosis by bringing bacteria and their animal hosts into closer contact with humans. Numerous outbreaks of leptospirosis have been reported following extreme weather events around the world, in geographically diverse areas. In Argentina, flooding has emerged as the major risk factor for leptospirosis, ahead of occupational exposure. In Mumbai, India, an eight-fold increase in disease incidence was noted after severe flooding in 2005. In Manila, Philippines, a large outbreak of leptospirosis was reported after tropical storms and severe flooding in October 2009.

A higher seroprevalence of infection has also been associated with heavy rainfall and flooding in China, France, Brazil, Trinidad and Tobago, and French Polynesia [28].

9.2 POOR SANITATION AND INADEQUATE WASTE DISPOSAL

Sanitation and waste management are major problems in developing countries and contribute significantly to the incidence of many infectious diseases and other adverse health outcomes. The presence of garbage, waste and sewage encourage the proliferation of rodents and can therefore increase the risk of leptospirosis. Garbage can also block drainage systems and exacerbate flooding risk. Many studies around the world have confirmed that close contact with garbage and sewage are significant risk factors in leptospirosis transmission, particularly in urban slums [28].

10 PREVENTION

Prevention of leptospirosis may be achieved by avoidance of high-risk exposures, adoption of protective measures, immunization, and use of chemoprophylaxis, in varying combinations depending on environmental [29]. Circumstances and the degree of human activity. High-risk exposures include immersion in fresh water, as in swimming, and contact with animals and their body fluids [29].

Removal of leptospire from the environment is impractical, but reducing direct contact with potentially infected animals and indirect contact with urine-contaminated soil and water remains the most effective preventive strategy available. Consistent application of rodent control measures is important in limiting the extent of contamination. Appropriate protective measures depend on the activity, but include wearing boots, goggles, overalls, and rubber gloves. In tropical environments, walking barefoot is a common risk factor [30].

Moreover, although these vaccines prevent against disease, they do not prevent infection and renal colonization; thus, they have little effect on the maintenance and transmission of the disease in the animal population in which they are applied [31].

Human immunization is not widely practiced. A vaccine containing serovar Icterohaemorrhagiae is available in France for workers in highrisk occupations, and a vaccine has been developed for human use in Cuba [32].

The use of doxycycline prophylaxis after excess rainfall in local populations in endemic areas has been studied [33]. Finally Prevention is largely dependent on sanitation measures that may be difficult to implement, especially in developing countries [14].

11 DIAGNOSIS

As a result of the variety of clinical and often "flu like" symptoms, human leptospirosis is often undiagnosed or misdiagnosed as other illnesses with febrile syndromes (e.g. aseptic meningitis, influenza, hepatic disease, Hantavirus infections) [9], [12].

This is also the case in domestic animals, where most cases are difficult to diagnose clinically, due to non-specific clinical presentation or unapparent clinical signs with host-adapted serovars. Therefore, diagnosis of leptospirosis in both humans and animals cannot be made with confidence without laboratory confirmation [9]. Diagnosis of leptospirosis may be accomplished by direct detection of the organism or its components in body fluid or tissues, by isolation of leptospire in cultures, or by detection of specific antibodies and detecting the presence of leptospiral DNA [34], [9].

The collection of appropriate specimens and selection of tests for diagnosis depend upon the timing of collection and the duration of symptoms [12].

In humans, the first stage of the biphasic illness occurs before antibodies develop, and early cases must be diagnosed with assays that detect the organism, its antigens or nucleic acids. *Leptospira* may be found in the blood, cerebrospinal fluid, urine or tissue samples. In many cases, leptospirosis is diagnosed by serology, especially the MAT or ELISAs [35].

Diagnostic testing should be requested for patients in whom there is a high index of suspicion for leptospirosis, based either on signs and symptoms, or on occupational, recreational, or vocational exposure to animals or environments contaminated with animal urine [36].

11.1 MICROSCOPIC AGGLUTINATION TEST

The microscopic agglutination test (MAT) or Martin and Pettit test was developed almost one century ago at the Pasteur Institute [11]. It remains the reference method for serological diagnosis of leptospirosis for both humans and animals. Approximately 7 to 10 days after the onset of symptoms, antibodies can be detected by the MAT [9]. In the microscopic agglutination test (MAT), patients' sera are reacted with live antigen suspensions of leptospiral serovars. After incubation, the serum/antigen mixtures are examined microscopically for agglutination and the titers are determined. A serum is considered as positive, at a given dilution and for the tested antigen, if at least 50% of leptospires are agglutinated compared to a control antigen without serum. The MAT can be a complex test to control, perform, and interpret. Interpretation of the MAT is complicated by the high degree of cross-reaction that occurs between different serogroups, especially in acute-phase samples. [21], [12], [11].

The range of antigens used should include serovars representative of all serogroups, and all locally common serovars. The repeated weekly subculture of large numbers of strains presents hazards for laboratory workers, and laboratory-acquired infections have been reported [12].

At the Leptospirosis National Reference Center (French acronym CNRL) (Pasteur Institute), 24 strains are used (including non-pathogenic strain *Leptospira biflexa* strain Patoc 1 which has for particularity to cross-react with several antigens of pathogenic serogroups) to which may be added local strains from some overseas regions for example. A smaller panel of antigens (according to French guidelines for biological procedures, the test should be performed with a minimum of nine antigens) may lead to non-detection of serogroups not presents in the panel [11].

11.2 OTHER SEROLOGICAL TESTS

Because of the complexity of the MAT, rapid screening tests for leptospiral antibodies in acute infection have been developed. Conventional serological methods such as enzyme-linked immunosorbent assay (Elisa) are widely used for the diagnosis of leptospirosis. Several IgM Elisa are available on the market, based on the detection of antibodies against a total extract of leptospires; usually the saprophytic strain *L. biflexa*, which shares several surface antigens with pathogenic strains. IgM antibodies become detectable during the first week of illness, allowing the diagnosis to be confirmed and treatment to be initiated while it is likely to be most effective. IgM detection has repeatedly been shown to be more sensitive than MAT when the first specimen is taken early in the acute phase of the illness [21,11]. In the event of symptoms in human contacts, infection can be assessed through the ELISA technique for initial screening [2]. A patient's serum may be positive 5 days after onset of symptoms but not usually before this period. In cases where antibiotic treatment has been initiated this period may be increased [3].

11.3 CULTURE

Requires special media. Leptospires can be isolated from whole blood (within 7 days of onset), cerebrospinal fluid (CSF) during the acute illness (4-10 days from onset), and from urine (after the 7th day and only if inoculated into special media within 2 hours of voiding). Clinical or autopsy specimens (e.g., punch biopsy of kidney) should be submitted fresh or frozen [36].

Venous blood is collected by means of an aseptic technique and ideally inoculated at the bedside into blood culture bottles containing culture medium for *Leptospira*. Small inocula consisting of a few drops of blood are inoculated into several tubes, each containing 5 ml of a suitable medium. Large inocula will inhibit the growth of leptospires. Cultures should be incubated at 30 °C and checked regularly for a period of 4–6 months[3].

For urine samples fresh midstream urine is collected and inoculated immediately. One drop of undiluted urine is inoculated into the first tube containing 5 ml of culture medium. Alternatively, urine samples may be centrifuged and the pellet resuspended in medium 30 min at 1600 g or 1 min at 10 000 g, after which 10-fold serial dilutions are made immediately in 1 or 2 additional tubes. Culture is carried out as for blood [3].

Incubation for up to 13 weeks at 30 °C with weekly examination by dark field microscopy (DFM) is necessary before cultures can be discarded as negative [6]. *Leptospira* spp. stain poorly with the Gram stain, and are not observed by microscopy unless special stains or methods are employed. Silver staining or immunogold-silver staining is sometimes useful as an adjunct technique. Dark field microscopy can also be used to detect *Leptospira*; however, this technique is non-specific and not very sensitive [1]. For this reason, culture is not considered useful as a routine test for diagnosis of individual patients, but remains important for epidemiological purposes and definitive [6,1].

11.4 POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR)

This test has been developed for the rapid detection of *Leptospira* DNA. Leptospiral DNA has been amplified from serum, urine, aqueous humor, CSF, and a number of organs post mortem.

The PCR assays are more sensitive and have a higher specificity than conventional methods such as culture and dark-field microscopy. PCR analyses of blood samples are useful within the first 10-14 days of the disease. PCR on urine sample can differentiate the carrier or shedding state while serological tests can only detect antibody regardless of infection status at the time. A limitation of PCR-based diagnosis of leptospirosis is the current inability of PCR assays to identify the infecting serovar. While this is not significant for individual patient management [18,21].

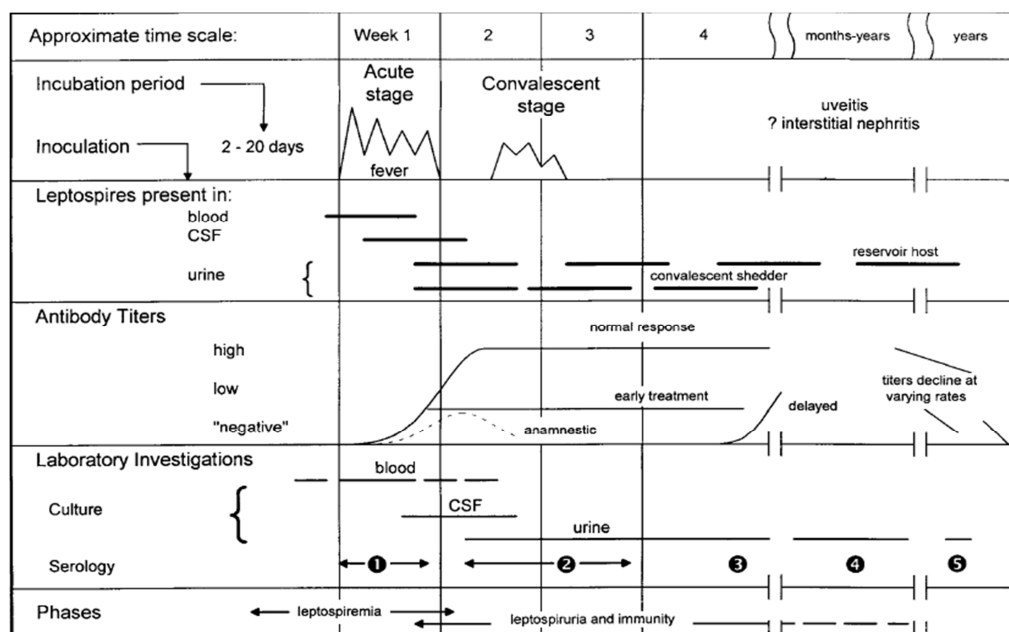


Fig. 3. Schematic representation of the biphasic nature of leptospirosis and relevant diagnostic investigations at different stages of disease. For serology specimens 1 and 2 are acute-phase specimens, 3 is a convalescent-phase specimen which may facilitate detection of a delayed immune response, 4 and 5 are follow-up specimens which can provide epidemiological information, such as the presumptive infecting serogroup. This figure was from [12], [9].

11.5 DIAGNOSTIC CONCLUSIONS

Currently, no diagnostic technique is completely satisfactory. The MAT and PCR are the two techniques allowing to confirm the diagnosis of leptospirosis (culture requires a one month incubation and does not allow making a quick diagnosis), but the MAT is used only by a few reference laboratories and detects antileptospire antibodies late (furthermore, a second sampling is advised to confirm leptospirosis) and PCR on a blood sample is possible only for a few days during the first week of the disease. Thus, there is an urgent need to develop new techniques for an easy to use and quick detection of antibodies or antigens at the acute stage of the disease [11].

12 TREATMENT

Antibiotic treatment is effective within 7 to 10 days after infection and should be given immediately on diagnosis or suspicion. The drug of choice is benzyl penicillin by injection in the doses of five million units per day for five days. Patients who are hypersensitive to penicillin can be given erythromycin 250 mg four times daily for five days. Doxycycline 100 mg twice daily for ten days is also recommended. Tetracyclines are also effective but contraindicated in patients with renal insufficiency, in children and pregnant women [37].

Injection of Hydrocortisone 100mg every 8 hourly is also given in severe cases. Doxycycline has been used as a chemo prophylactic agent for short time exposure, but it cannot be recommended for routine continuous use or for a long-term occupational exposure [38].

13 TAXONOMY AND CLASSIFICATION

Leptospire are spirochetes, a group of bacteria that diverged early in bacterial evolution. The family leptospiraceae includes two genera, *Leptospira* and *Leptonema* [14].

13.1 SEROLOGICAL CLASSIFICATION

Prior to 1989, the genus *Leptospira* was divided into two species, *L. interrogans*, comprising all pathogenic strains, and *L. biflexa*, containing the saprophytic strains isolated from the environment [39]. Both *L. interrogans* and *L. biflexa* are divided into numerous serovars [40]. Over 60 serovars of *L. biflexa* have been recorded [40]. Within the species *L. interrogans* over 200 serovars are recognized; additional serovars have been isolated but have yet to be validly published. Serovars that are antigenically related have traditionally been grouped into serogroups [41].

13.2 GENOTYPIC CLASSIFICATION

Based on genetic homology in DNA hybridization experiments, 15 genomic species have been described in the genus *Leptospira* [42].

Genetic characterization is possible in only a few research laboratories and reference serological reagents (polyclonal and monoclonal antibodies) capable of defining serovars are not readily available [28].

14 LEPTOSPIROSE IN MOROCCO

In Morocco this disease is little known [43]. It was raised for the first time by Melnotte and Farjot who reported 7 cases of hemorrhagic spirochaetaemia ictero-in Fez in 1927, and it is between 1950 and 1962 the maximum work and research on leptospirosis were conducted under the direction of Dr. White with the participation of Mailloux and Kolochine Erber [44].

M.HARAJI et al. [45] found in El Jadida Maroc one patient, 22 years old, was admitted to Mohamed V hospital in El Jadida presenting clinical symptoms assimilable with leptospirosis.

Mohamed ANOUAR SADAT [46] demonstrated that poultry market workers of Casablanca were at substantial risk of exposition to leptospirosis because of bad hygienic conditions and presence of rodents in both their workplace and their place of residence.

Recently we found in another study 7 serums were positives by Elisa during 1-1-2014 to 30-6-2015 majority of them were from Sidi kacem region. [47]

15 VACCINATION

Prevention of leptospirosis without vaccination is quite difficult. Measures for occupational hygiene such as protective clothing and avoidance of splash from urine or water are often useful but hard to implement because they impede work or are unacceptable to both workers and employers. For example, it is not practicable to advise dwellers in tropical villages to avoid hazardous activities like contact with pigs and other livestock or dogs, and walking or working in wet conditions, including in soil or water, such as rice paddies, contaminated by the animals' urine [6].

One of the first reports of human leptospirosis immunization involved the vaccination of thousands of miners in Japan using a culture-derived *L. interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae vaccine [21].

The goal of vaccination is not to prevent the infection, but to prevent the infectious cycle of the disease. Another goal of vaccination is prevention of infection in humans. If the animals spread less disease, it is less likely that humans are infected due to contact with infected animals. Vaccination before infection protects the animal against the infection, most important it protect the animal against bacteria in the kidney. The protection is not a 100%. When vaccination is performed during infection it gives a better protection against reinfection. Infected animals will not stop shedding after vaccination. The protection of the vaccine is 6 to 12 months [18]. Commercial *Leptospira* vaccines are available globally for cattle, pigs and dogs but vaccination has proved to be only partially effective, due in part to the serovar restricted nature of vaccine induced immunity and the potential presence of local serovars others than those included in the vaccines. A successful vaccination program requires continued epidemiological studies to assess the incidence of different *Leptospira* serovars in a given population [6].

In humans the information on human vaccines is limited. These are available only in certain countries, such as China, Cuba, France and Russia. As in animals, these vaccines are largely serovar-specific and protect for a relatively short period. Boosting at regular intervals is necessary to maintain protective titres of antibodies. These vaccines are also focused on the local situation and do not cover the needs in other regions where other serovars are endemic. Like the animal vaccines, those for humans are composed of crude antigens consisting of leptospires killed by phenol or formaldehyde that give unwanted side effects [34].

16 CONCLUSION

Leptospirosis is a widespread and potentially fatal zoonosis, it is endemic in many tropical regions and causes large epidemics after heavy rainfall and flooding. Although many wild and domestic animals can serve as reservoir hosts, rat is the most important source infections. Individuals living in urban slum environments characterized by inadequate sanitation and poor housing are at high risk of rat exposure and leptospirosis. Mortality increases with age, particularly in patients older than 60 years of age. The test method selected varies depending on the samples available and the purpose of testing. The diagnostic assay(s) used should be carefully chosen depending upon the circumstances and purposes of investigation. An increasing variety of laboratory methods are being described for detection of bacteria and antibodies. In addition to classical methods such as culture, dark-field, microscopy and the microscopic agglutination test (MAT), a variety of polymerase chain reaction (PCR), indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

REFERENCES

- [1] The Center For Food Security And Public Health, *Leptospirosis*, 2013.
- [2] Communicable Disease Control, *Guidelines for the Prevention of Leptospirosis*, 2008.
- [3] World Health Organization. *Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control*, (2003).
- [4] Faine, Solomon. *Leptospira and leptospirosis*. CRC Press Inc., 1994.
- [5] Faine, SB, Adler, B.; Bolin, C.; Perolat, P. *Leptospira and leptospirosis*. 2nd ed. MediSci. Melbourne (Australia); 1999.
- [6] B. Adler & A. de la Peña Moctezuma, "Leptospira and leptospirosis," *Veterinary microbiology*, vol. 140 no. 3, pp 287-296, 2010.
- [7] G. Pappas., P. Papadimitriou, V. Siozopoulou, L. Christou and N. Akritidis, "The globalization of leptospirosis: worldwide incidence trends," *International Journal of Infectious Diseases*, vol.12 no.4 pp 351-357, 2008.
- [8] RW. Farr, "Leptospirosis," *Clin Infect Dis*, vol. 21 no.1 pp 1-6, 1995.
- [9] Fang Fang, *Leptospirosis diagnostics and exposure at the human and animal*, PhD Thesis, Massey University, Manawatu, New Zealand, 2014.
- [10] Peter Meiwan, *Epidemiology of infection with leptospira species in livestock in Papua New Guinea*, PhD Thesis, School of biomedical and veterinary sciences. University of Murdoch, 2007.
- [11] M. Picardeau, "Diagnosis and epidemiology of leptospirosis," *Médecine et maladies infectieuses*, vol. 43 no.1 pp 1-9, 2013.
- [12] P. N. Levett, "Leptospirosis," *Clinical microbiology reviews*, vol. 14 no.2 pp 296-326, 2001.
- [13] S. Boonsilp, J. Thaipadungpanit, P. Amornchai, V. Wuthiekanun, W. Chierakul, D. Limmathurotsakul et al, "Molecular detection and speciation of pathogenic *Leptospira* spp. in blood from patients with culture-negative leptospirosis" *BMC infectious diseases*, vol. 11 no.1 pp 338, 2001.
- [14] A. Bharti, J. Nally, J. Ricaldi, M. Matthias, M. Diaz, M. Lovett, et al. "Peru—United States Leptospirosis Consortium. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance," *The Lancet infectious diseases*, vol.3no.12 pp 757-771, 2003.
- [15] F.s. Magajevski, Girio, R. J. S. Mathias, L. A., Myashiro, S. Genovez, M. É., & E. P. Scarcelli, "Detection of *Leptospira* spp. in the semen and urine of bulls serologically reactive to *Leptospira interrogans* serovar hardjo," *Brazilian Journal of Microbiology*, vol.36 no.1 pp 43-45, 2005.
- [16] S. M. Tulsiani, C. L. Lau, G.C. Graham, A.F. Van Den Hurk, C.C. Jansen, L.D. Smythe, et al, "Emerging tropical diseases in Australia. Part 1. Leptospirosis," *Annals of tropical medicine and parasitology*, VOL. 104 NO.7 PP 543-556, 2010.
- [17] F. Cost, J.E. Hagan, J. Calcagno, M. Kane, P. Torgerson, M.S. Martinez-Silveira, et al. "Global morbidity and mortality of leptospirosis: a systematic review," *PLoS Negl Trop Dis*, vol. 9 no.9 pp 1-19, 2015.
- [18] C. Buck., *Detection of Leptospira organism in the female reproductive tract of farmed deer in New Zealand*, Faculty of Veterinary Medicine, PhD Thesis, 2009.
- [19] A.R. Burriel, *Leptospirosis: an important zoonotic diseases*. Current Research, Technology, and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, 687-693, 2010.

- [20] P. Vijayachari, S. Sharma, & K. Natarajaseenivasan, *Laboratory diagnosis. Leptospirosis laboratory manual*, Regional Medical Research Centre, Indian Council of Medical Research, Port Blair and World Health Organization, 27-45, 2007.
- [21] Haake and Levett, "Leptospirosis in Humans," *Curr Top Microbiol Immunol*, vol.387pp 65–97,2015.
- [22] S. Lindsay, & I.W. Luke, "Fatal leptospirosis (Weil's disease) in a newborn infant: Case of intrauterine fetal infection with report of an autopsy," *The Journal of paediatrics*, VOL. 34 no.1, pp 90-94, 1949.
- [23] P. Vijayachari, A.P. Sugunan, S. Sharma, S. Roy, K. Natarajaseenivasan, & S.C. Sehgal, "Leptospirosis in the Andaman Islands, India," *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, vol.102 no.2 pp 117-122,2008.
- [24] K.K. Steneroden, A.E. Hill, & M.D. Salman, "Zoonotic disease awareness in animal shelter workers and volunteers and the effect of training," *Zoonoses and public health*, vol.58 no.7 pp 449-453,2011.
- [25] M. Norris, L. Smythe, M. Symonds, M. Dohnt, & J. Scott, "Review of leptospirosis notifications in Queensland 1985 to 1996," *Communicable diseases intelligence*, vol.21 no.2 pp 17-20,1997.
- [26] C. Lau, L. Smythe, & P. Weinstein, "Leptospirosis: an emerging disease in travellers" *Travel Medicine and Infectious Disease*, vol.8 no.1 pp 33-39,2010.
- [27] R.B. Reis, G.S. Ribeiro, R.D. Felzemburgh, F.S. Santana, S. Mohr, A.X. Melendez, et al. "Impact of environment and social gradient on Leptospira infection in urban slums," *PLoS Negl Trop Dis*, vol.2 no.4 pp1-10,2008.
- [28] C.L. Lau, L.D. Smythe, S.B. Craig, & P. Weinstein, "Climate change, flooding, urbanisation and leptospirosis: fuelling the fire?," *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, vol.104no.10 pp631-638,2010.
- [30] C.P. Douglin, C. Jordan, R. Rock, A. Hurley, & P.N. Levett, "Risk factors for severe leptospirosis in the parish of St. Andrew, Barbados," *Emerging infectious diseases*, vol.3 no.1 pp 78-80,1997.1997.
- [31] B.M. Naiman, D. Alt, C.A. Bolin, R. Zuerner, & C.L. Baldwin, "Protective killed Leptospira borgpetersenii vaccine induces potent Th1 immunity comprising responses by CD4 and $\gamma\delta$ T lymphocytes," *Infection and immunity*, vol.69no.12 pp7550-7558,2010.
- [32] R. Martínez, A. Pérez, M.D.C. Quiñones, R. Cruz, A. Álvarez, M. Armesto, ... & N. Fernández, "Eficacia y seguridad de una vacuna contra la leptospirosis humana en Cuba." *Rev Panam Salud Pública*, vol.15 no.3 pp 249-55.,2005.
- [33] S.C. Sehgal, A.P. Sugunan, M.V. Murhekar, S. Sharma, & P. Vijayachari, "Randomized controlled trial of doxycycline prophylaxis against leptospirosis in an endemic area," *International journal of antimicrobial agents*, vol.13 no.4 pp 249-255,2000.
- [34] R.A. Hartskeerl, M. Collares-Pereira, & W.A. Ellis, "Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world," *Clinical microbiology and infection*, vol.17 no4 pp494-501,2011.
- [35] Mary-Anne Burns et al. NATIONAL LEPTOSPIROSIS SURVEILLANCE REPORT NUMBER 18. WHO/FAO/OIE COLLABORATING CENTRE FOR REFERENCE & RESEARCH ON LEPTOSPIROSIS 2009.
- [36] Washington State Department of Health. Leptospirosis. Reporting and Surveillance Guidelines 2013.
- [37] A. Spichler, M. Mook, E.G. Chapola, & J. Vinetz, "Weil's disease: an unusually fulminant presentation characterized by pulmonary hemorrhage and shock," *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, vol.9 no.4 pp 336-340,2005.
- [38] C.R. Gonzalez, J. Casseb, F.G. Monteiro, J.B. PAULA-NETO, R.B. Fernandez, M.V. SILVA, et al." Use of doxycycline for leptospirosis after high-risk exposure in Sao Paulo, Brazil," *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, vol.40 no.1 pp 59-61,1998.
- [39] S. Faine, & N.D. Stallman, "Amended descriptions of the genus Leptospira Noguchi 1917 and the species L. interrogans (Stimson 1907) Wenyon 1926 and L. biflexa (Wolbach and Binger 1914) Noguchi 1918," *International Journal of Systematic Bacteriology*, vol.32 no.4 pp 461-463,1982.
- [40] L.V. Holdeman, R.W. Kelley, W.E.C. Moore, N.R. Krieg, & J.H. Holt, *Bergey's manual of systematic bacteriology*, PP602-552,1984.
- [41] E. Kmety, & H. Dikken, *Classification of the species Leptospira interrogans and history of its serovars*. University Press Groningen,1993.
- [42] S.R. Zaki, W.J. Shieh, Centers for Disease Control and Prevention. *Leptospirosis associated with outbreak of acute febrile illness and pulmonary haemorrhage, Nicaragua*, 1995. *The Lancet*; vol. 347 PP 535-536.1996.
- [43] Mlle LAMRANI ALAOUÏ Ghita. La leptospirose ictero-hémorragique (à propos de 69 cas). UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE, PhD Thesis, 2008.
- [44] H. Rais, la leptospirose à propos de 38 cas. de médecine, Rabat ; PhD Thesis, n° 127, 97p. 1997.
- [45] M. HARAJI, N. COHEN, H. KARIB, A. FASSOUANE, & R. BELAHSEN, "Forme ictérique de la Leptospirose Humaine: présentation d'un cas à El Jadida, Maroc," *LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE*. Vol.6 no.32 pp 36-41,2011.
- [46] Mohamed ANOUAR SADAT, SEROPREVALENCE DE LA LEPTOSPIROSE CHEZ LES PROFESSIONNELS A RISQUE DE LA VILLE DE CASABLANCA, Mémoire de fin d'études, 2014.
- [47] Waleed al-orry, M. Arahou, R. Hassikou, A. Quasmaoui, R. Charof, Z. Mennane, "Diagnosis of Human Leptospirosis in Morocco by IgM ELISA and Slide agglutination test(SAT)," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 14 No. 4,pp 1015-1018,2016.

QHSE approach (quality, health & security at work and environment) diagnosis at sectors of traditional food products in southeast oasis of Morocco

S. FAHIM and L. EL RHAFARI

Faculty of Sciences and Techniques - Errachidia, Molay Ismaïl University, Morocco

Copyright © 2016 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 development of Traditional Food Products (TFP) is an important link to ensure sustainable territorial development which depends on several factors particularly the quality that is supposed to meet consumer demands. The quality of these products remains the most important criterion that reflects the approach followed to ensure the safety, health and environmental protection along the production chain.

The aim of the present work is to evaluate the significance and limitations of the adoption of the QHSE approach by producers. It is based on standards of quality (ISO 9000: 2005), safety (OHSAS 18000: 2007) and environment (ISO 14000: 2004) to make a diagnosis of the integrated management system optionally followed by eight professional organizations (POs) at the Tafilalet oasis.

The diagnosis is carried out via questionnaires concerning five areas: environment management, health and safety management at work, quality management, maintenance management and personnel management. Questions for each axis are divided into three levels: strategic, tactical and operational. This division aims to gain a better understanding of performance in decision-making.

Preliminary results of the diagnosis were subjected to statistical analysis. They show a level of overall performance between 16 and 60.7%, weakness in performance of the environment management and superior performance level of the personnel management. Indeed, most of the POs diagnosed need improvement in all axes, especially in the quality, health and environment management.

KEYWORDS: Traditional Food Products; Diagnosis; Management QHSE; Morocco's Oasis.

1 INTRODUCTION

The oasis agrosystem is an ancestral production system that allowed for thousands of years man to survive under extreme conditions and develop expertise and products, among others, food with specificities of the terroirs. Today these traditional products experiencing a development that allows them to pave their way to the local, national even international markets.

Traditional food products, by definition, are products which the recipe, the raw material or the production are limited by a preset land and limited in space ([1], [2], [3], [4]). Guerrero *et al.*, [5] defined it as "a product frequently consumed or associated with specific celebrations and/or seasons, normally transmitted from one generation to another, made accurately in a specific way according to the gastronomic heritage, with little or no processing/manipulation, distinguished and known because of its sensory properties and associated with a certain local area, region or country".

Oasis TFP have long been traditionally developed and valued by the oasis population. They are currently the subject of development in the context of rural agro-industrial income-generating activities by professional organizations (POs) and within the framework of various actions for local and sustainable development.

These POs face difficulties to integrate QHSE approach in their production chain. Indeed, consciousness about food products quality continues to increases [6], which put these small producers to the obligation to be sure of their products

and justify the superiority of their quality for consumers. This quality is no longer limited to the product himself, substantive quality, but it also reflects on the quality of the production process, management of the environment and the staff, the competitive advantage of the potential size of social responsibility in image building and in strengthening their reputation [7]. Both corporate social responsibility and sustainable development approaches should become an integral part of economic concepts used by POs to ensure a balance between economic growth, reserves of natural resources and social progress [8].

This work was undertaken to make an inventory of production systems of TFP; understand the needs of producers to integrate QHSE approach and propose answers for better integration.

Our study is to explore the sectors of TFP, identify the functional rural agribusiness units and make a diagnosis on the quality, safety and environment management systems and evaluate the performance level of its integration [9] with reference to international standards (ISO 9001 for Quality [10], OHSAS 18001 for Safety and Health at Work [11] and ISO 14001 for the Environment [12]).

The diagnosis was carried by prioritizing issues of each axis in three types: strategic, tactical and operational to carry it with the decision-making levels [13].

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 STUDY AREA

This study was conducted at the oasis of Tafilalet (Figure 1). It comprised of several visits to 119 agribusiness units belonging to professional organizations (POs) (60 associations, 57 cooperatives and 2 Economic Interest Grouping). 8 POs designated by the letters A, B, C, D, E, F, G and H, were chosen using the following criteria:

- Producers of TFP and the production unit is located in the oasis of Tafilalet;
- Traditional expertise and local raw material;
- Concerned about the QHSE management system;
- Meets at least GMP (good manufacturing practices).

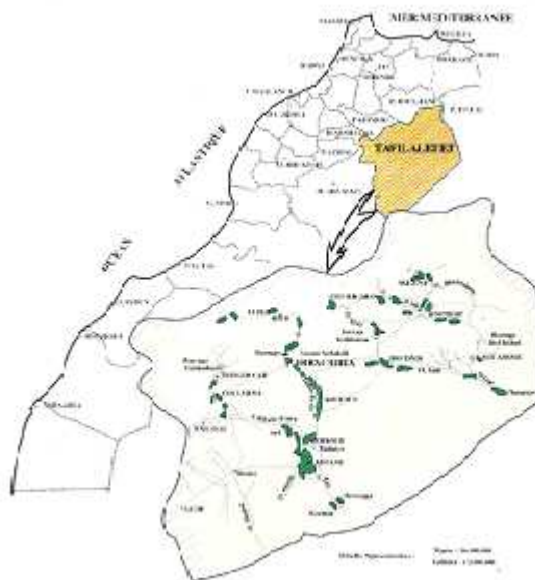


Fig. 1. Location of Tafilalet oasis in Morocco

2.2 METHODOLOGY OF DIAGNOSIS

To diagnose the management systems, we used a questionnaire to 5-axis personnel management, security & health management, maintenance management, quality management and environment management, in each of three categories: operational, tactical and strategic. ([13], [14]).

Each axis of the questionnaire has twenty questions designed to trace the essential nature of information to allow evaluation of the performance level on each axis. So on each axis we have prioritized the issues into three categories: strategic, tactical and operational.

Such prioritization allows identifying the actions recommended by the company with decision-making level. This questionnaire was inspired by items of international standards ((ISO 9001 for Quality [10], OHSAS 18001 for Safety and Health at Work [11] and ISO 14001 for the Environment [12]).

The questionnaires were filled in by production managers in different manufacturing units.

For each question, we have associated a grid of answers that contains four columns corresponding to the following assessments: "true", "mostly true", "mostly false", "false". Each response is respectively assigned a weighting coefficient: 1 to 0.7 - 0.3 to 0 [13].

The evaluation of the performance level in each axis is to calculate the total of points obtained in the four columns. So the overall performance is the average of the performance levels obtained on the corresponding axes.

The database collected by questionnaires has been the subject of statistical processing by the Excel software 2010.

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

The results reported on performances of the management systems adopted at the sectors of traditional food products at Tafilalet oasis.

3.1 SECTORS OF TFP

Major sectors of TFP are identified, (Dates, Honey, Couscous, Olive oil and aromatic and medicinal plants) (Table 1). The most important sector is date and derivatives, related to the availability of raw materials (28% of the Morocco palm patrimony) [15]. Indeed, Morocco cultivars low quality (Bousthammi, Iklane, Bouslikhène ...) represent 40%, those of average quality (Jihel, Bourar, Bouittob ...) represent 35% against 25% for cultivars good quality (Mejhoul, Boufeggous Aziza Bouzid, ...) [16]. These fruit varieties of highest quality are reserved for direct consumption and fruit from other varieties of medium or low quality, are transformed / valued into syrup, jam, pasta (flavored or not), flour or vinegar.

Table 1. Sectors of Traditional Food Products (TFP) in Tafilalet Oasis

Sectors	Products
Date	- Dates, - Derivatives : syrup, jam, pasta, vinegar, flour, Coffee (dates'scores).
Olive oil	- Virgin olive oil, pomace oil.
Couscous	based on: hard wheat, corn, barley, 3cereals, 5 cereals, millet, flavored by aromatic and medicinal plants, with alfalfa
Honey	multiflora aromatic and medicinal plants, especially thyme and rosemary
Aromatic and medicinal plants	fresh or dried plants, floral water and essential oil of: Thyme, Rosemary, Artemisia, Marjoram, Mint, Pennyroyal, Wormwood

The sector of medicinal and aromatic plants remains the least developed and its products are as fresh plants (in bunch), sachets of dried leaves, and some extracts (floral waters and essential oils).

3.2 DIAGNOSIS OF THE MANAGEMENT SYSTEM OF QUALITY, SAFETY AND ENVIRONMENT

The diagnostic results for eight OP (A, B, C, D, E, F, G and H) representing four sectors: Dates, Honey, Couscous, Olive Oil. The diagnosis of the sector of medicinal and aromatic plants has shown a great lack of reliable data.

Table 2. Distribution of Pos diagnosed depending on the nature and types of products

Professional organization	Nature	Types of products
A	Association	Couscous
B	Cooperative	Dates
C	Economic Interest Grouping	Honey
D	Cooperative	Couscous
E	Association	Dates
F	Cooperative	Couscous
G	Cooperative	Honey
H	Economic Interest Grouping	Olive oil

POs diagnosed are as follows (Table 2), 2 Associations, 4 cooperatives and 2 economic interest grouping, covering 4 sectors: couscous, dates, honey and olive oil.

According to figure 2, it is found that:

- The overall performance is between 16 and 60.7%;
- A weakness in performance of axis 1 (Environmental Management) for most of the OP diagnosed;
- A superior performance of the axis 5 (Personnel Management) compared to other axes;
- 50% of OP diagnosed has a level of performance of Axis 3 (Quality Management) greater than 35%;
- 25% of POs have a level of performance for axis 2 (Health and Safety) greater than 50%;
- 25% of POs have a performance level of axis 4 (Maintenance Management) greater than 67%.

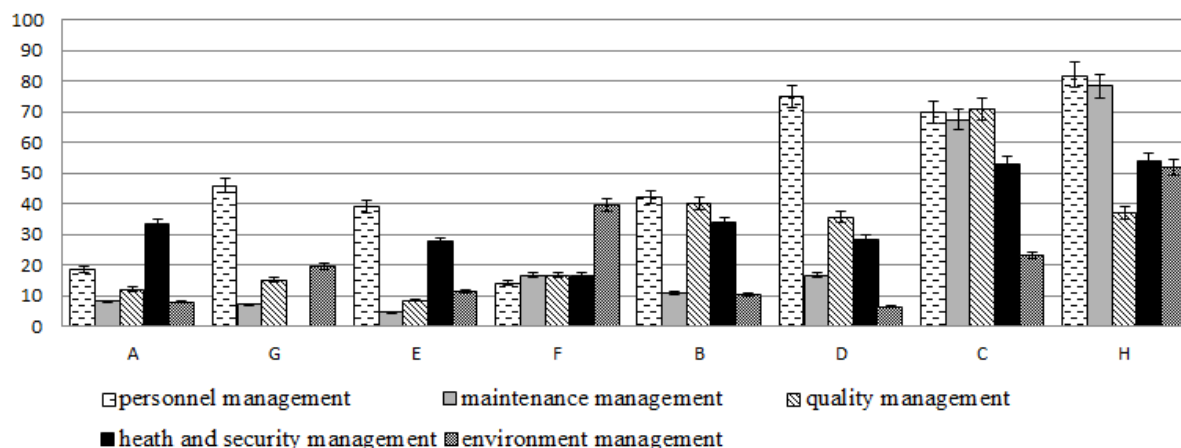


Fig. 2. Performance levels per axis and professional organizations

We Note that the less efficient OP are associations (overall performance between 16 and 18.2%) followed by cooperatives (overall performance between 20.6 and 32.4%) while the economic interest grouping (C and H) are the most effective, with overall performance levels that exceed 50%.

Figures 3 to 7 shows the comparison of performance levels for three decision-making levels (strategic, tactical and operational) of the five axes (environment management (Figure 3), security management (Figure 4), the quality management (Figure 5), maintenance management (Figure 6) and personal management (Figure 7)).

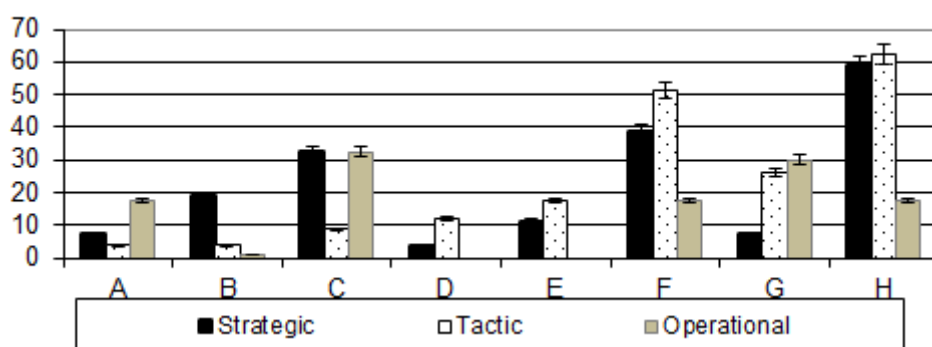


Fig. 3. Pos Performance levels of axis 1 (environment management)

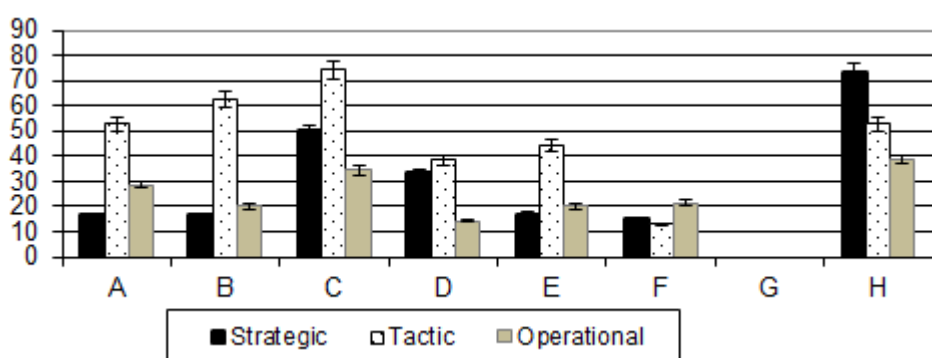


Fig. 4. Pos Performance levels of axis 2 (security management)

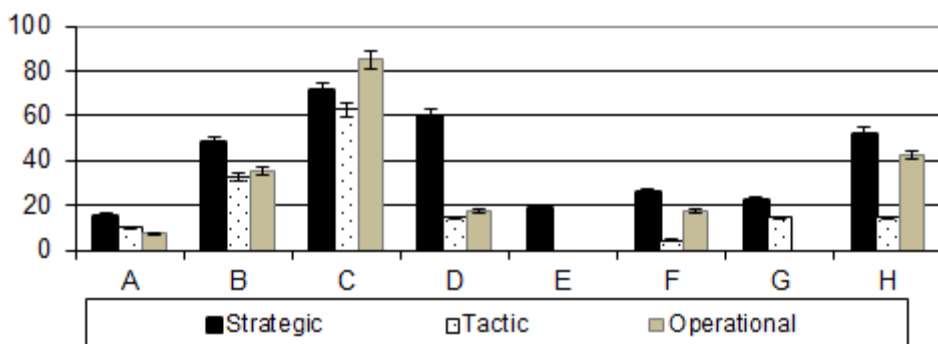


Fig. 5. Pos Performance levels of axis 3 (quality management)

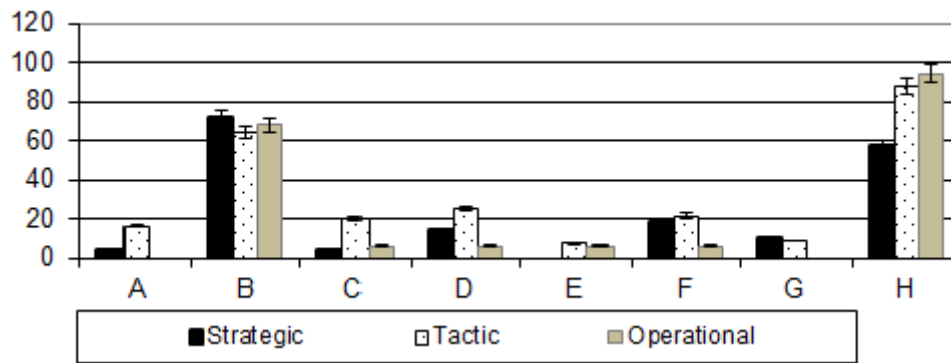


Fig. 6. Pos Performance levels of axis 4 (maintenance management)

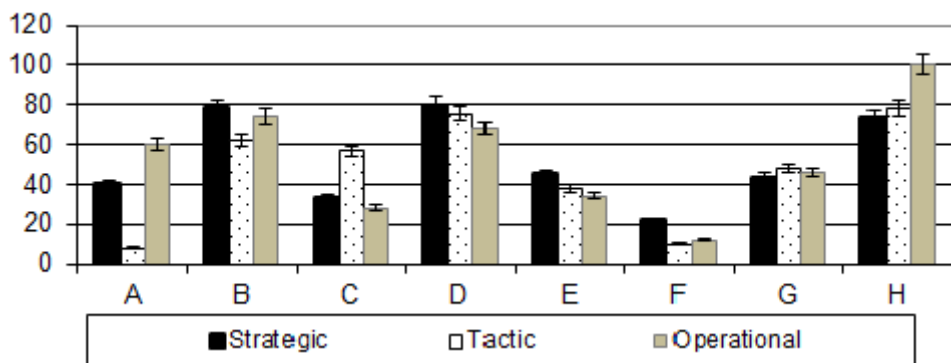


Fig. 7. Pos Performance levels of axis 5 (personal management)

The results of Figures 3, 4, 5, 6 and 7 show a performance variability of the three categories of questions (Strategic, Tactical and Operational) for all axes and for all professional organizations for example, the variability is maximal for axis 1 in PO (A), it is between 60% and 7.7%, except the management of the maintenance and management of personnel who have a minimal gap.

Indeed, the management of the axes environment, safety and quality are the priorities for improvement on which responsible should focus. Thus, for each axis and for all PO, we sought to identify weak bridges (Table 3) to reveal the causes of failure and install the most adapted action plan for better improvement.

Table 3. Common weaknesses of POs diagnosed

Axis	Weaknesses
Axis 1 (Environmental Management)	-Lack of interest in the ISO 14001 certification. -Lack of environmental management officers. -Lack of training for staff. -No internal audit. -Lack of strategy for the preservation of the environment. - Construction Planning does not include the environmental requirements. - Lack of documentation about the environment.
Axis 2 (Health and Safety)	-Lack of security. -Lack of knowledge about of OHSAS18001. - Lack of risk analysis and assessments. - Lack of documentation and security archives.
Axis 3 (Quality Management)	-The non-requirement of ISO 9001 for suppliers. - Lack of quality documentation. - Absence of a quality manager. - Lack of studies on the economic consequences of the absence of quality.
Axis 4 (Maintenance Management)	- Lack of technical and personal skills. - Negligence procedures and lack of documentation. - Lack of qualified personnel. -Neglect of preventive interventions.
Axis 5 (Personnel Management)	-The means of internal and external communications are ineffective or absent. -Communication problems on QSE requirements. -Lack of training on QSE. - Lack of Periodic rating.

The lack of interest in certification, lack of documentation and managers (persons in charge) are the most common weaken points. Diagnosed POs are encouraged to invest more in building management systems, reorganize their charts and designate the different department with their responsible monitoring of documentation (creates an archive), and think about the integration of management standards (quality, environment, health and safety at work) in all decision-making levels to clarify the vision of processes and increase efficiency.

Strategies success depends on several factors, namely technicality, management systems, commercial and marketing policies. But the human factor still the most limiting as it is the source and means of implementing the strategy.

4 CONCLUSION

Our work has shown that at the oasis of Tafilalet we have five key sectors of traditional food products: dates, honey, couscous, olive oil and aromatic and medicinal plants.

The level of overall performance of management is between 16% and 60.7%. It is higher for OP: H and C, which are economic interest grouping of producers of honey and olive oil; average for the OP: D, B, G and F, which are cooperatives that produce honey, dates and couscous; and lower for OP: A and E, which are associations that produce dates and couscous.

The QHSE approach seems to be quite followed and applied in the case of the sector of olive oil, honey and dates. While the couscous sector shows a great need to improve the quality management, maintenance management and especially environmental management to be able to adopt the QHSE approach.

Improving the performance of a professional organization begins with the introduction of a management system(s), the possible integration of management systems (quality, health, safety and environment) may enhance the effectiveness. In general, the actors of traditional food products in the oasis of Tafilalet are invited to further develop their management

systems, at personal level, security, maintenance and especially the quality and the environment and then think about certification as a necessity to increase competitiveness in the sector.

REFERENCES

- [1] VALERIE LENGARD ALMLI., WIM VERBEKE., FILIEP VANHONACKER., TORMED NAES. and MARGRETHE HERSLETH., (2011), General image and attribute perceptions of traditional food in six European countries. *Food Quality and Preference* 22, 129-138.
- [2] FILIEP VANHONACKER., VALERIE LENGARD ALMLI., MARGRETHE HERSLETH. and WIM VERBEKE. (2010), Profiling European traditional food consumers. *British Food Journal*, Vol. 112, No. 8, 871-886.
- [3] TRICHOPOULOU, A., SOUKARA, S. and VASILOPOULOU, E. (2007). Traditional foods: a science and society perspective. *Trends in Food Science and Nutrition*, 18, 420-427.
- [4] EFSTATHIOS Z. PANAGOU., GEORGE-JOHN E. NYCHAS. and JOHN N. SOFOS. (2013). Types of traditional Greek foods and their safety. *Food Control* 29, 32-41.
- [5] GUERRERO, L., GUARDIA, M., XICOLA, J., VERBEKE, W., VANHONACKER, F., ZAKOWSKA, S., SAJDAKOWSKA, M., SULMONT-ROSSE, C., ISSANCHOU, S., CONTEL, M., SCALVEDI, L., GRANLI, B. and HERSLETH, M. (2009), "Consumer-driven definition of TFP and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study", *Appetite*, Vol. 52, 345-54.
- [6] GOGOT-IM, L., HYO-MIN, L. and CHERL-HO, L. (2012). Food safety issues in industrialization of traditional Korean foods. *Food Control* 24, 1-5.
- [7] OLARU, M., DINU, V., STOLERIU, G., ŞANDRU, D. and DINCA, V. (2010). Responsible commercial activity of SMEs and specific values of sustainable development in terms of the European Excellence. *Amfiteatru Economic Journal*, 27, 10-26.
- [8] KAUFMANN, M. and OLARU, M. (2012). The impact of corporate social responsibility on business performance – can it be measured, and if so, how?. In *Proceedings of The Berlin International Economics Congress 2012 „Building Economic Bridges: Integrating Cultural Diplomacy into Nation Branding, Corporate Social Responsibility and Global Governance”*, March 7-10, 2012. Berlin.
- [9] TALBI, A., HAMMOUCHE, A. and CHRISTIAN, T. (2002). Analyse de l'entreprise dans une démarche d'intégration. *Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)*. Vol. 36. N° 8.
- [10] ISO 9000. (2005). *Systèmes de management de la qualité / Lignes directrices pour l'amélioration des performances*.
- [11] OHSAS 18001. (2007). *Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements OHSAS*.
- [12] ISO 14001. (2004). *Système de management environnemental – exigences et lignes directrices pour son utilisation*. 2ème édition Paris.
- [13] DAKKAK, B., CHATER, Y., GUENNOUN, M. and TALBI, A. (2013). *Diagnostic du Système de Management Intégré Qualité, Sécurité, Environnement des PME/PMI Marocaines*. QUALITA2013, Compiègne : France.
- [14] MATHIEU, S., LEVEQUE, L. and MASSE, J.P. (2003). *Outils d'autodiagnostic pour la mise en place d'un management intégré : Qualité - sécurité - Environnement*, Editions Afnor.
- [15] SEDRA, M. H., EL FILALI, H. A. BENZINE, Allaoui, M.S. Nour and BOUSSAK Z., (1996). La palmeraie marocaine: Evaluation du patrimoine phénicicole. *Fruits*, 51, 4, 1, 247-259.
- [16] SEDRA, M. H., (2003). *Le Palmier Dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc - Techniques phoénicoles et Création d'oasis*. ISBN : 9981-1994-3-5 INRA-Editions – Maroc.

Les stratégies pour l'émergence de la République Démocratique du Congo au rang d'une puissance régionale en Afrique Subsaharienne

[Strategies for the emergence of the Democratic Republic of Congo to the status of a regional power in Sub-Saharan Africa]

ETOYI ESELA Fidèle¹, OTSHUDI SHOTSHA Augustin², and MBAYA MUMPUNGA Hervé³

¹Assistant et doctorant à L'Université de Lubumbashi, Département des Relations Internationales, RD Congo

²Assistant et doctorant à L'Université de Lubumbashi, Département des Relations Internationales, RD Congo

³Assistant et doctorant à L'Université de Lubumbashi, Département des Relations Internationales, RD Congo

Copyright © 2016 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 study on 'Strategies for the emergence of the Democratic Republic of Congo to the rank of a regional power in Sub-Saharan Africa', is a reflection that takes root from the observation in the stagnation of emergence of the Democratic Republic of Congo to the status of a regional power though it has potentialities. Starting with a question " *What are the preliminary challenges and what are the strategies of emergence of the Democratic Republic of Congo as a regional power in Sub-Saharan Africa?* ", It has been revealed that the Democratic Republic of Congo should really face the preliminary challenges in order to emerge, as the following; poverty, hunger, education, peace, security and good governance. In Addition to this, we will cite also the industrial improvement for a productive recovery, knowing that without a reliable industrial growth, there will not be neither global nor inclusive growth, we have not a real prosperity that can enable structural resilience of the Congolese economy. It should also be better to think of joining strong and stable institutions that could regulate this growth in order to enable a balanced share of wealth. The National cohesion based on peaceful environment and security will lead to societal harmony, the restarting of the emergence and development of the country. Without this cohesion, the Democratic Republic of Congo will always live bad experience of instability, dislocated if divided against itself in all its political, economic and sociocultural area, and this will result in a State in crisis, regarding the Hegel's meaning "the highest unity, catalyzing both the family and civil society" in short of the entity "State-Nation-People", to each of us belongs.

KEYWORDS: Economy, Emergence, Power, Strategies, Region, Governance, State.

RESUME: L'étude menée sur 'Les stratégies pour l'émergence de la République démocratique du Congo au rang d'une Puissance Régionale en Afrique Subsaharienne', se veut une réflexion qui trouve son soubassement sur un constat, celui de la stagnation de l'émergence de la République démocratique du Congo au rang d'une puissance régionale pendant que cette dernière a des potentialités. Partant d'une interrogation " *Quelles sont les défis préliminaires et quelles en sont les stratégies d'émergence de la République démocratique du Congo en tant qu'une puissance régionale en Afrique Subsaharienne ?* ", nous dévoilons que la République démocratique du Congo devrait pour une réelle émergence miser sur la levée des défis préliminaires, notamment la pauvreté et la faim, l'éducation, paix et sécurité ainsi que la bonne gouvernance. Ajoutons à cela le rattrapage industriel pour un redressement productif, car sans une croissance industrielle viable, il n'y a pas de croissance inclusive ou partagée, il n'y a pas de réelle prospérité pouvant permettre une résilience structurelle de l'économie congolaise. Il y a lieu de penser aussi à des institutions fortes et solides capables de réguler cette croissance afin de permettre un partage équilibré des richesses. Une cohésion nationale sur fond d'un climat de paix et de sécurité

donnera lieu à une harmonie sociétale, une renaissance pour l'émergence développementale du pays. Sans cette cohésion, la République démocratique du Congo vivra toujours l'expérience d'une société déchirée, désarticulée sinon divisée contre elle-même dans l'ensemble de ses composantes politiques, économiques et socioculturelle, et celle d'un État en crise, entendu au sens de Hegel de « l'unité la plus haute, synthétisant à la fois la famille et la société civile », bref de l'entité « État-Nation-Peuple », dont chacun d'entre nous fait partie.

MOTS-CLEFS: Economie, Émergence, Puissance, Stratégies, Région, gouvernance, Etat.

1 INTRODUCTION

La notion d'émergence est une variation, adaptée à la mondialisation en cours, sur le même thème de « décollage ». Elle marque un réel point tournant, faisant passer un pays pauvre d'un équilibre de faible croissance à un meilleur équilibre de croissance forte et durable.¹ Partant de cette acception, la République Démocratique du Congo, entant qu'une nation doit aspirer à un changement, celui d'un développement intégral permettant à chacun de ses citoyens de vivre une vie qui a de la valeur à ses yeux.

Notons que depuis plus d'une décennie, le débat sur la problématique de l'émergence de la République démocratique Congo entant qu'une puissance émergente a commencé à gagner non seulement les espaces scientifiques mais aussi et surtout ceux de la classe politique congolaise. Et pourtant, la portée de la notion de l'émergence dans un pays renvoie surtout à son cadre macroéconomique qui doit absolument faire preuve d'une forte croissance et une insertion dans l'économie mondiale. Or, la situation économique de la République démocratique du Congo s'avère moins propice pour une éventuelle émergence malgré les discours propagandistes qui tablent sur une stabilité du cadre macroéconomique. Cette économie comme l'indique Esambu Matenda Jean bosco Germain est caractérisée par la prédominance des exportations des matières premières et des importations des produits manufacturés, un circuit bancaire peu fiable n'offrant pas assez de possibilités de réaliser les transactions financières à l'échelle internationale, un circuit commercial quasiment incontrôlé, un marché monétaire externalisé, une taxation douanière exorbitante, une fraude fiscale².

Au regard de la théorie de l'économie politique internationale, nous recadrons cette étude dans l'ongle de la théorie de l'émergence qui postule qu'une *économie de l'émergence* serait l'analyse des faits économiques pensables séparément des faits politiques, ceux-ci étant ramenés à un ensemble de contraintes externes, stables, exogènes à un modèle d'évaluation du monde par les agents économiques et d'action.³ C'est pour autant dire que l'émergence constitue une étape décisive vers la convergence et le développement intégral. Il donne de ce fait, des ressorts pour accélérer la marche vers la convergence et le développement intégral. La convergence étant un processus de longue haleine, le pays pauvre doit d'abord viser à atteindre un stade intermédiaire qu'on peut qualifier d'émergence.⁴ Voilà comment, il est pertinent que la République démocratique du Congo postule à l'émergence économique. Dans cet optique l'approche libérale fait asseoir la portée scientifique de cette étude d'autant plus que le libéralisme favorise l'entreprise privée et une innovation toujours soutenue des initiatives lesquelles, pour être efficaces, doivent être partagées et enrichies non seulement au sein des espaces nationaux, mais aussi à l'échelle internationale. La coopération entre les Etats devient nécessaire et aide à rendre complémentaires leurs intérêts respectifs. Les intérêts nationaux deviennent dans une certaine mesure des intérêts communs et partagés. Ce courant concurrence certainement le réalisme en rejetant la thèse selon laquelle les relations internationales sont naturellement conflictuelles du fait que les États sont toujours disposés à recourir aux armes pour se faire justice quand leurs intérêts sont menacés. Les intérêts ne sont pas toujours en confrontation, ils peuvent aussi être complémentaires pour obliger à une coopération et une union des forces. Le libéralisme insistent sur la primauté des droits naturels des individus dans le domaine politique et dans le secteur économique ainsi que sur la nécessité de limiter le rôle de

¹Moubarack L.O, « l'émergence économique des nations: définition et mesure », disponible en ligne sur www.afdb.org consulté le 26/06/2015

² Esambu Matenda J.B.G., *Conflits identitaires et enjeux économiques internationaux dans la région des grands lacs*, Paris, Col point de vue L'Harmattan, 2014, p. 117

³Ruet J., « L'émergence est une économie politique. Vers une économie politique comparée de l'industrialisation et de la globalisation industrielle en Chine et en Inde. », *Revue internationale de politique comparée* 3/2011 (Vol. 18), pp. 69-93

⁴ Moubarack LO, « Formulation de la vision, des objectifs généraux et spécifiques ainsi que les résultats attendus pour atteindre le niveau d'émergence économique et sociale, » Dakar, Sénégal

l'Etat qui doit promouvoir les échanges entre ces individus en créant des conditions politiques, économiques et sociales favorables au marché considéré comme le lieu essentiel où doivent se réaliser les aspirations au bien-être de ces mêmes individus⁵

Au regard de cet état de chose, il y a lieu de soulever une question pouvant mieux orienter cette étude : ***Quelles sont les défis préliminaires et quelles en sont les stratégies d'émergence de la République démocratique du Congo en tant qu'une puissance régionale en Afrique Subsaharienne ?***

En effet, la République démocratique du Congo devrait pour une réelle émergence miser sur la levée des défis préliminaires, notamment la pauvreté et la faim, l'éducation, paix et sécurité ainsi que la bonne gouvernance. Ajoutons à cela le rattrapage industriel pour un redressement productif, car sans une croissance industrielle viable, il n'y a pas de croissance inclusive ou partagée, il n'y a pas de réelle prospérité pouvant permettre une résilience structurelle de l'économie congolaise. Il y a lieu de penser aussi à des institutions fortes et solides capables de réguler cette croissance afin de permettre un partage équilibré des richesses. Une cohésion nationale sur fond d'un climat de paix et de sécurité donnera lieu à une harmonie sociétale, une renaissance pour l'émergence développementale du pays. Sans cette cohésion, la République démocratique du Congo vivra toujours l'expérience d'une société déchirée, désarticulée sinon divisée contre elle-même dans l'ensemble de ses composantes politiques, économiques et socioculturelle, et celle d'un État en crise, entendu au sens de Hegel⁶ de « l'unité la plus haute, synthétisant à la fois la famille et la société civile », bref de l'entité « État-Nation-Peuple », dont chacun d'entre nous fait partie.

Bien plus, dans le cadre de cette dissertation, nos analyses vont s'axer primo sur une approche théorique, secundo, elles vont dresser un bref aperçu de l'économie congolaise et ses caractéristiques, tertio, présenter les défis préliminaires de l'émergence économique de la République démocratique du Congo, quarto, développer les stratégies de l'émergence de la RDC et enfin une conclusion mettra un terme à ces cogitations.

2 L'ÉMERGENCE ÉCONOMIQUE : NOTION ET DEFINITIONS

La notion de pays émergent ne correspond à aucune définition économique précise, elle correspond plutôt à une notion assez floue qui peut varier d'un auteur à un autre et surtout dans le temps. Le concept est né dans les années 1980 avec le développement des marchés boursiers dans les pays en développement. On attribue à Antoine Van Agtmael, économiste néerlandais à la Société financière internationale, en 1981, la première utilisation de l'expression, pour parler de pays en développement offrant des opportunités pour les investisseurs. On peut toutefois dire que l'expression "pays émergent" représente les pays en développement qui ne font pas partie des pays les moins avancés (PMA). On peut toutefois reconnaître quelques critères communs à l'ensemble des pays de ce groupe : IDH et PIB inférieur aux pays développés, croissance économique forte, part croissante dans l'économie mondiale. Donc des pays qui ont tendance à voir plusieurs indicateurs (notamment économiques) à la hausse de façon conséquente et qui s'approchent petit à petit du groupe des pays développés.

L'appartenance à ce groupe n'est pas figée : Par exemple, la Corée du Sud ou Singapour, anciens pays émergents, font désormais partie du groupe des pays développés. Voici une liste de pays que l'on trouve fréquemment dans les pays dit émergent : Afrique du Sud, Arabie saoudite, Argentine, Bangladesh, Chili, Égypte, Hongrie, Iran, Indonésie, Malaisie, Mexique, Nigeria, Pakistan, Pologne, Philippines, Taïwan, Thaïlande, Turquie, Ukraine, Vietnam... Le poids des pays émergents dans le PIB mondial est passé de 27,4% en 1992 à plus de 40% en 2011, et atteindrait plus de 45% en 2017 selon le FMI. En 2014, Coface donne une liste de 10 « nouveaux émergents » qui remplissent tous les critères. Mais ces pays ne sont pas égaux en matière d'environnement des affaires dont les lacunes peuvent brider la croissance. Ce qui conduit Coface à en distinguer 2 groupes : la Colombie, l'Indonésie, le Pérou, les Philippines et le Sri Lanka bénéficient d'un climat des affaires convenable (A4 ou B), niveau similaire à celui des BRICS aujourd'hui. Le Kenya, la Tanzanie, la Zambie, le Bangladesh et

⁵ Tshimpanga M K., Théories Et Doctrines Des Relations Internationales, Notes de cours de troisième graduat Relations Internationales, Faculté des Sciences Sociales, Politiques et Administratives, UNILU, Année académique 2014-2015, pp. 36-35

⁶ Hegel G.W.F., *Principes de la philosophie du droit*, 1820, p.12

l’Ethiopie sont soumis à un environnement des affaires très difficile (évaluation C) ou extrêmement difficile (évaluation D), ce qui pourrait être un frein à l’exploitation de leur potentiel.⁷

Partant de ce postulat, les économistes séparent traditionnellement les nations du monde en deux groupes : celui des pays développés et celui des pays en développement (ou du tiers monde). Parfois, un sous-groupe des pays moins avancés est identifié au sein du second groupe, visant les pays les plus pauvres parmi les pauvres et caractérisés par un revenu par tête faible. Récemment, les termes de pays émergent et de marché émergent ont également fait leur apparition dans la littérature, désignant les pays les plus dynamiques parmi les pays en voie de développement et les mieux intégrés dans l’économie désormais mondialisée, sans qu’une définition exacte soit élaborée à cet effet, encore moins des éléments de mesure discriminants.

Émerger se veut un *phénomène qui s’impose à l’attention par sa valeur*. Subséquemment, on peut considérer qu’un pays, anciennement pauvre, émerge lorsqu’il suscite l’intérêt et se démarque de la masse des nations sous développées et situées en marge des échanges mondiaux de biens, de services et d’idées. Mais, à partir de quel moment, dans son cheminement vers le progrès économique, peut-on considérer qu’un pays est réellement devenu émergent ? Cette question est d’autant plus pertinente qu’aujourd’hui plusieurs pays, sur tous les continents, prétendent avoir atteint le stade de l’émergence. Et, il est d’autant plus difficile de les départager qu’il n’existe à ce jour aucune définition consensuelle de la notion d’émergence. La même problématique se posait avec le concept de « décollage » de Walt W. Rostow.⁸

Walt W. Rostow (1960)⁹ considère cinq étapes par lesquelles passent tous les pays: la société traditionnelle, l’émergence des pre-conditions du décollage, le décollage, la marche vers la maturité et l’ère de la consommation de masse. La *phase du décollage* étant la plus importante pour les pays en développement. Il s’agit d’une période ou *« l’échelle d’activité économique productive atteint un niveau critique et produit des changements qualitatifs qui mènent à une transformation structurelle massive et progressive dans l’économie et la société »*.

Le décollage requiert trois conditions :

- ✓ une hausse du taux d’investissement productif, passant par exemple de 15% à 30% du PIB ;
- ✓ le développement d’un ou plusieurs secteurs manufacturiers, avec un fort rythme de croissance ;
- ✓ l’existence ou l’émergence rapide d’un système politique, social et institutionnel qui, en exploitant finement l’expansion initiale dans le secteur moderne et les potentiels effets externes économiques du décollage, arrive à donner à la croissance un caractère continu.

Bien plus, le concept d’émergence viendrait ainsi apporter une grande contribution à la théorie du développement. Car, jusqu’ici le seul but fixé aux nations pauvres est de chercher à converger avec les pays riches. Or, la convergence est un chantier de longue portée (des dizaines voire des centaines d’années), comme en atteste l’histoire économique contemporaine.¹⁰

Par ailleurs, en relations internationales, l’émergence devient une thématique suscitant un intérêt de plus en plus marqué. Entendue comme un processus d’ascension dans la hiérarchie du système international, elle caractérise d’abord l’acquisition des marques de la puissance économique ensuite converties sur le plan politique et stratégique, d’abord régional, ensuite international. Une telle conception de l’émergence n’est pas indépendante du point de vue de celui ou de ceux qui la formulent. En effet, l’émergence a d’abord existé dans la perception de ces pays au statut de puissance traditionnelle (Amérique du Nord, Europe de l’Ouest) qui ont vu leur prédominance progressivement s’éroder, sur les plans économique, diplomatique et stratégique, au profit de ces pays auparavant plus discrets : Brésil, Inde, Chine, Afrique du Sud, Turquie. Leurs dynamiques suscitent un mélange d’inquiétude et de fascination, en particulier dans le contexte fragilisant de crise économique à l’échelle mondiale. Les taux de croissance économique insolents qu’ils affichent, leur propension à former une coalition d’intérêts stratégiques contrebalançant l’union des puissances traditionnelles au sein des institutions internationales (en vue de la réforme du Conseil de Sécurité de l’ONU par exemple), le déploiement discursif et matériel de

⁷ Dictionnaire du commerce international, « Définition de pays émergent » disponible en ligne sur <http://www.glossaire-international.com> consulté le 30/06/2015 à 19h 49’

⁸ Moubarak L.O, Art.cit, consulté le 26/06/2015

⁹ Walt W. R., « les étapes du développement économique », Paris, Seuil, 1960, p.25

¹⁰ Moubarak L.O, Art.cit, consulté le 26/06/2015

leurs réseaux diplomatiques sont autant de signes révélateurs d'un rapport de force en pleine transformation. Il est également curieux de constater que cette étiquette (l'émergence) apposée à un groupe d'acteurs (les puissances traditionnelles) à un autre (les pays dits émergents) n'est pas totalement partagée par les seconds. D'abord parce qu'il existe une volonté de ne pas se revendiquer ou, du moins, de ne pas s'assumer en tant qu'émergent, cela pouvant activer les peurs et les méfiances précédemment évoquées. S'affirmer en tant qu'émergent reviendrait à clamer tout haut des prétentions et, par la même occasion, s'investir des responsabilités que cela suppose, à savoir un positionnement clair sur des débats internationaux clivant.¹¹

Dans les lignes qui suivent, nous présentons un bref aperçu de l'économie congolaise et ses caractéristiques.

3 BREF APERÇU DE L'ECONOMIE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO ET SES CARACTERISTIQUES

3.1 BREF RESUME DES GRANDES EVOLUTIONS DE L'ECONOMIE CONGOLAISE DEPUIS 1960 JUSQU'EN 2014

3.1.1 CROISSANCE ET INFLATION MODÉRÉE

Forte des infrastructures et de l'organisation issue de la colonisation, l'économie congolaise est marquée, au cours de la période de 1960 à 1973 par l'accumulation des richesses intérieures. Ce processus a été toutefois affecté par les turbulences politiques de cinq premières années de l'Indépendance et les faiblesses au niveau de la gestion des Finances Publiques.

Les efforts de redressement économique entrepris entre fin 1967 et fin 1973 ont permis de rehausser la croissance économique. Ils ont coïncidé avec un environnement international favorable porté par la hausse du cours du Cuivre. Ces deux éléments ont déterminé les résultats positifs enregistrés au cours de cette période caractérisée par une croissance du PIB réel de 2,7% et une hausse du niveau général des prix de 27% en moyenne annuelle.¹²

3.1.2 RALENTISSEMENT DE LA CROISSANCE ET INFLATION OUVERTE

Cette période, marquée par une croissance de 0,03% et une inflation de 57,6% en moyenne annuelle, comprend deux phases :

La phase de 1974 à 1982 est caractérisée par des mauvais choix en matière de politique économique ayant abouti au surendettement du pays dans le cadre de financement des grands travaux (INGA I et II, CCIZ, Sidérurgie de MALUKU...) sous le sceau de la corruption et de rétro-commissions.

Dans un contexte international caractérisé par deux chocs pétroliers (quintuplement et quadruplement du prix du baril respectivement en 1973 et 1976) et la chute du cours du Cuivre en 1975 (après l'échec de la stratégie mise en œuvre par le CIPEC, Conseil Intergouvernemental des Pays Producteurs et Exportateurs du Cuivre), les mesures ratées de Zaïrianisation ou nationalisation, de Radicalisation ou Étatisation et enfin de Rétrocession, la gestion peu orthodoxe des Finances Publiques, le caractère accommodant de la politique monétaire et les coûts liés à l'ajustement tardif de la politique de change (passage avec beaucoup de retards de la fixité du régime des changes au flottement) ont eu comme conséquences l'arrêt du processus de création des richesses intérieures.

La phase de 1983 à 1989 est celle des efforts d'ajustement de l'économie grâce aux mesures d'assainissement de la politique budgétaire et des réformes entreprises au niveau de la politique monétaire (libéralisation des taux d'intérêt), de la politique de change (adoption du régime des changes flottants et assouplissement de la réglementation de change). Toutefois, ces politiques de gestion de la demande n'ont pas été relayées par des politiques de portée structurelle et des initiatives de développement.¹³

¹¹ Regragui, I. Editorial. *Perspectives Internationales*, avril-septembre 2012, n° 2, p. 7-8.

¹² « Situation économique et sociale de la RDC » disponible en ligne sur www.investindrc.cd/fr/spip.php consulté le 12/05/2015

¹³ Idem

3.1.3 DECLIN DE LA CROISSANCE, DESTRUCTION DES RICHESSES, HYPERINFLATION ET PAUPERISATION GENERALISEE DE LA POPULATION

La période de 1989 à 2001 est celle du déclin de l'économie et de la société congolaise. La longue transition politique marque non seulement le couronnement de l'instabilité institutionnelle (plus de 12 gouvernements en l'espace de 10 ans) mais surtout de malaises sociaux (événements de LUBUMBASHI en 1990, conflits interethniques en 1991 et 1992, grèves, contestations populaires, villes mortes...) et économiques (hyperinflation, pillages de l'outil de production et de commercialisation des entreprises en 1991 et 1993, rupture de la coopération bilatérale et multilatérale..).

Le désordre des Finances Publiques est attesté par des déficits insoutenables du trésor financés presque exclusivement par les avances directes de la Banque Centrale avec comme conséquence la dépréciation rapide du taux de change et la hausse vertigineuse des prix intérieurs, respectivement 98% et 9800% en 1994. Les conflits armés, après l'échec de la Conférence Nationale, ont eu des impacts graves tant sur la situation sociale qu'économique. Au cours de cette période, le PIB Réel a reculé de 4,5% en moyenne. La hausse du niveau général des prix a été de près de 2.000 % en moyenne. L'incidence de la pauvreté est établie en moyenne à 80% et le taux de chômage à 84%.¹⁴

3.1.4 REPRISE DE LA CROISSANCE ET INFLATION SOUS CONTROLE (2001 A NOS JOURS)

Au cours de cette période, coïncidant avec la reprise de la coopération multilatérale et bilatérale, les résultats économiques ont été surtout le fait de l'application des politiques économiques conjoncturelles restrictives et de certaines réformes structurelles de première génération (partenariat dans le secteur minier, guichet unique au Port de MATADI, mise en place de la chaîne la dépense, indépendance de la Banque Centrale, liquidation des banques en difficulté).

Ces politiques ont permis de casser l'hyperinflation (hausse du niveau général des prix de 17% en moyenne annuelle, de relancer la croissance économique, de réduire le chômage (passant de 84% à 40 % en moyenne) et la pauvreté de 80% à 63%.

Au cours de ces trois dernières années (2012 à 2014), les résultats économiques de la RDC ont été remarquables au plan de la croissance économique (moyenne de 8,2% contre 5,3% pour l'Afrique Subsaharienne) et de l'inflation (1,6% en moyenne contre 7,1% pour l'Afrique Subsaharienne). Cette croissance demeure résiliente : située à 6,1% en moyenne, cinq ans avant la crise financière de 2009 où elle est tombée à 2,8%, la variation du PIB réel est passée à 7,7% cinq ans après. Pour l'Afrique au Sud du Sahara, de 7,1% avant la crise où elle a été ramenée à 4,1%, la croissance est établie à 5,3%, cinq ans après. Au regard de l'amélioration de la croissance dans un environnement de faible inflation, le ratio de sacrifice de l'économie congolaise est quasi nul.

Cependant, des faiblesses continuent à caractériser la mobilisation des recettes internes (rapport recettes publiques hors dons de 13,9% en moyenne en pourcentage du PIB contre 21,1% pour l'Afrique Subsaharienne), le niveau des réserves (2 mois d'autonomie pour 5,2 pour l'Afrique), l'accès au marché d'emploi (surtout pour les jeunes et les femmes), la qualité des infrastructures. C'est à quoi s'attelle présentement le Gouvernement dont la préoccupation majeure est la transformation structurelle de l'économie en vue de l'accélération de l'émergence. Sur ce, tous les projets d'investissements privés qui viennent se greffer dans ce processus de transformation ne pourront qu'être soutenus et encouragés par les Autorités à travers l'Agence Nationale de Promotion pour les investissements.

Le regain de l'activité économique au cours de la décennie 2000 reste principalement marqué par les performances enregistrées au niveau du secteur primaire (principalement l'extraction minière et pétrolière). En effet, entre 2010 et 2014, la contribution moyenne de ce secteur à la croissance a été de 67,9%, nettement supérieure à sa contribution moyenne avant 2009 qui s'élevait à environ 17,6% entre 2006 et 2008. Le secteur secondaire (manufacture, bâtiments, industrie alimentaire) s'est également montré résilient avec une contribution moyenne de 11,7% après 2009 contre 2,6% entre 2006 et 2008.¹⁵

3.2 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCONOMIE CONGOLAISES

- a. La prédominance des importations des produits manufacturés. Les citoyens sont soumis à un régime d'importation des biens et services concourant à leur survie

¹⁴ « Situation économique et sociale de la RDC » disponible en ligne sur www.investindrc.cd/fr/spip.php consulté le 12/05/2015

¹⁵ « Situation économique et sociale de la RDC » disponible en ligne sur www.investindrc.cd/fr/spip.php consulté le 12/05/2015

- b. A l'inverse, la prédominance des exportations des matières premières s'affiche en raison de la nécessité d'obtenir des devises étrangères, l'écoulement des produits miniers extraits et la défense des relations diplomatiques avec le reste du monde. Depuis la colonisation, l'exploitation minière suscite une économie extravertie.¹⁶
- c. Un circuit bancaire peu fiable n'offrant pas assez de possibilité de réaliser les transactions financières à l'échelle internationale en un temps record
- d. Un marché monétairement externalisé du fait de l'absence de confiance dans la monnaie nationale. Le franc congolais est remplacé par le dollar américain et les monnaies des pays voisins selon la sphère de désirabilité
- e. Un circuit commercial quasiment incontrôlé offrant des marges bénéficiaires les plus enrichissantes
- f. Une taxation douanière la plus exorbitante (après USA) pouvant atteindre 75% du coût d'achat de la marchandise
- g. Une grande fraude fiscale dépassant 70% et datant de plusieurs décennies venant d'être nourrie par la création de trop d'impôts tuant l'impôt.¹⁷

Le point suivant, nous décrit les défis préliminaires de la République démocratique du Congo.

4 LES DÉFIS PRÉLIMINAIRES DE L'ÉMERGENCE ÉCONOMIQUE DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

4.1 LA PAUVRETÉ ET LA FAIM

Suivant les statistiques de la Banque Centrale du Congo, la RDC a exporté 919.588 tonnes de cuivre en 2013 et 76.517 tonnes de cobalt la même année. Entretemps, la pauvreté est omniprésente. La misère sociale continue à s'aggraver à l'ombre de ces exportations. En République démocratique du Congo, le taux de pauvreté évalué à 71% reste parmi les plus élevés d'Afrique où, selon la Banque mondiale, « plus du tiers des personnes vivant avec moins de 1,25 USD par jour vivent en Afrique subsaharienne qui comptait 414 millions de personnes en situation d'extrême pauvreté sur un total de 1,2 milliard recensées dans le monde en 2010, soit une proportion de 34 %. Évalué à 71%, le taux de pauvreté de la RDC reste parmi les plus élevés d'Afrique. Et l'Indice de développement humain (IDH) est estimé à 0,239 en 2010 contre une moyenne de 0,389 pour les pays d'Afrique subsaharien

Par ailleurs, l'indice de développement humain (IDH) du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) plaçait en 2013 la RD Congo au 186ème rang du classement. Et ce, malgré des « améliorations marquantes, une espérance de vie qui est passée de 45,7 ans à 48,7 ans entre 2000 et 2012, une durée moyenne de scolarisation de 4,4 ans à 8,5 ans ainsi qu'un revenu par habitant qui a augmenté de 237 à 319 USD par habitant et par an, soit 34,6% .

Une étude de l'Université d'Oxford, demandée par le PNUD, renseigne que « 87,7% de la population en RDC vit en dessous du seuil de la pauvreté fixé à 1,25 USD par jour, près des trois quarts (74%) vivent en dessous du seuil de pauvreté multidimensionnel qui tient compte de l'accès aux soins, à la santé et à l'alimentation.¹⁸

INDICES ET CARACTÉRISTIQUES DE LA PAUVRETÉ

A. INCIDENCE GLOBALE DE LA PAUVRETÉ

Pour l'ensemble du pays, l'incidence de la pauvreté (71,34%) est très élevée si on la compare à celle des autres pays de l'Afrique centrale. Il en est également de la profondeur (32,23%) et de la sévérité de la pauvreté (18,02%).

¹⁶ Cordellier S., *Le Dictionnaire historique et Géopolitique du 20^e siècle*, cité par Esambu Matenda J.B.G., *Conflits identitaires et enjeux économiques internationaux dans la région des Grands Lacs*, Col.Point de vue, L'Harmattan, Paris, 2014, p. 123

¹⁷ Esambu Matenda J.B.G., *Op.cit.*, p. 123

¹⁸ Mobateli A., « le Sénat stigmatise la pauvreté omniprésente et la misère sociale en RDC » disponible en ligne sur www.depeche.com, publié le samedi 15 mars 2014 12:59, consulté le 28/09/2015

B. DISPARITÉS SPATIALES DE LA PAUVRETÉ

Milieu de résidence : l'incidence de la pauvreté est plus élevée en milieu rural (75,72%) qu'en milieu urbain (61,49%). La même évidence se retrouve au niveau de l'ampleur et de la sévérité de la pauvreté. Les populations qui vivent dans le milieu urbain sont donc plus favorisées que celles qui vivent dans le milieu rural. Le même fait s'observe en ce qui concerne la vulnérabilité à la pauvreté. Cette évidence tend à favoriser l'exode rural en République démocratique du Congo.

Disparités entre provinces : les disparités entre le milieu urbain et le milieu rural s'observent également entre les différentes provinces du pays. Trois provinces comptent près de 85% de pauvres et plus; il s'agit de l'Équateur, le Bandundu et le Sud Kivu. La ville-province de Kinshasa (42% de pauvres) est la moins pauvre du pays, suivi du Kasai Occidental et du Maniema (dans lesquelles on dénombre moins de 60% de pauvres). La province du Katanga (69%) est plus pauvre que les deux Kasai et le Maniema. Les mêmes disparités sont observées en sens inverse, en ce qui concerne la profondeur, la sévérité, la contribution à la pauvreté et le risque de tomber dans la pauvreté. Le diagnostic se base sur les analyses effectuées à partir des données de la phase III de l'enquête 1-2-3.¹⁹ Partant de la ligne de pauvreté alimentaire, la ligne non alimentaire est dérivée en se basant sur les dépenses non alimentaires des ménages dont les dépenses alimentaires totales se situent dans un intervalle choisi autour de cette ligne de pauvreté alimentaire ($\pm 10\%$). Les instruments traditionnels de mesure de la pauvreté (indices de Foster-Greer-Thorbecke) permettent de chiffrer trois indices de pauvreté: (1) l'incidence de la pauvreté (P0) qui traduit dans une population donnée la proportion des pauvres (en %), (2) la profondeur de la pauvreté (P1) qui constitue un indicateur d'intensité de la pauvreté, le fossé qui sépare les pauvres de non pauvres et permet d'estimer le financement nécessaire pour éliminer la pauvreté d'un coup dans des conditions de parfait ciblage de la pauvreté, et (3) la sévérité de la pauvreté (P2) qui mesure le degré d'aversion d'une société pour la pauvreté et mesure l'inégalité entre les pauvres.²⁰ Le taux de mortalité maternelle et infantile reste très élevé et le climat des affaires décourage les investisseurs du secteur privé.

4.2 L'ÉDUCATION

La situation de l'enseignement en RDC s'avère médiocre. Pour ne prendre que le développement du capital humain de la RDC, il est nettement en retard sur l'accroissement de la population et les besoins de plus en plus grand d'une économie moderne. Depuis plus d'une décennie, le système éducatif s'est dégradé. Si un grand nombre de diplômés d'université, généralement bien formés, a fait son apparition depuis l'indépendance, aujourd'hui l'enseignement fondamental et les services de la santé de base se sont appauvris quantitativement et qualitativement. Après avoir remporté la bataille de la quantité en ouvrant ses portes aux enfants congolais, l'école congolaise doit encore relever le défi de la qualité de son enseignement, dont les performances sont jugées les plus faibles de la planète.²¹

Dans certaines écoles de l'Etat congolais, les professeurs ne peuvent venir que trois fois par semaine parce qu'ils ne sont pas assez payés ou pas payés du tout et qu'ils doivent chercher à gagner leurs vies ailleurs. Au regard de la modicité des salaires des enseignants, les parents interviennent significativement dans le paiement des enseignants. La solidarité des parents pour la prise en charge des enseignants, par souci de voir leurs enfants aller à l'école, ne fait qu'empirer la situation. L'enseignant ne peut pas donner de mauvaises notes à un enfant dont le parent est l'un des bons payeurs, sans quoi l'école n'aura pas des nouveaux inscrits à la rentrée suivante ». Seule l'intervention de l'Etat pourra soulager les familles d'une charge financière trop lourde et garantir une réelle égalité dans l'accès à une éducation de qualité. Deux grands défis à relever. Il s'agit de l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de la rétention des enfants après leur inscription à l'école. L'amélioration de la qualité de formation des enseignants, c'est-à-dire la formation initiale et la formation continue. Il y a aussi la redynamisation de l'inspection pédagogique. En RDC, 1 enfant sur 2 ne termine pas le cycle primaire. Le taux d'abandon des études est donc élevé.

¹⁹ Document de la stratégie de croissance et de la réduction de la pauvreté de 2006

²⁰ Document de la stratégie de croissance et de la réduction de la pauvreté de 2006

²¹ Kupelesa M., L'état de lieu de l'enseignement en RDC, disponible sur <http://www.pygmalion éducation.com> consulté le 12/08/2015

Il y a une forte déperdition scolaire entre la première année et la deuxième année du primaire d'une part et entre le primaire et le secondaire : 136% à 106% de taux de scolarisation entre les deux premières années et 71% à 51% entre le primaire et le secondaire.²²

4.3 LA BONNE GOUVERNANCE

En termes de la bonne gouvernance, la République démocratique du Congo a beaucoup à apprendre. D'après les critères choisis par la Fondation «MO Ibrahim» pour évaluer le niveau de bonne gouvernance des pays africains, la République démocratique du Congo arrive en 50e position sur les 53 pays évalués. Le Tchad et la Somalie viennent juste après. Ce classement a été publié en 2011, et s'est fondé sur 86 indicateurs qui estiment la prestation de biens et de services publics. Il octroie une note de 32 sur 100 à la RDC. Un chiffre en dessous de la moyenne régionale de l'Afrique centrale, qui est de 39. L'indice est établi sur la base de la performance des pays dans quatre grandes catégories de gouvernance :

- la sécurité et la souveraineté du droit (souveraineté du droit, sécurité individuelle et nationale)
- la «participation» et les droits de l'Homme (droits des citoyens, parité homme-femme)
- le développement économique durable (gestion publique, environnement des entreprises, infrastructures, secteur agricole)
- le développement humain (protection sociale, enseignement, santé)
- La RDC occupe la dernière place en termes d'infrastructures (évaluées dans la catégorie «développement économique durable»).

Selon Mo Ibrahim, les conclusions de l'indice reflètent les exigences des jeunes en ce qui concerne la gestion de leur pays. «La réussite en matière de gestion économique et de développement humain ne pourra perdurer si le déficit démocratique persiste».

En effet, quelques années plus tard, la RDC gagne 4 places sur l'indice Ibrahim. Pour l'année 2014, la République démocratique du Congo à la 47ième place sur un classement de 52 pays, avec la note de 34.1%. Le rapport indique que le pays s'est amélioré de 0,8% en 5 ans, notamment dans le secteur socioéconomique, et qu'il accuse encore des faiblesses dans les secteurs de la sécurité et Etat de droit. La RDC a gagné quatre places par rapport à l'année 2013, où elle a été classée à la 51ème place. Elle talonne ainsi la Guinée-Bissau (33,2%), le Tchad (32,3%), l'Érythrée (29,8%), la RCA (24,8%) et la Somalie (8,6%). Île Maurice arrive en tête avec 81,7%, selon l'indice Ibrahim 2014.

La Fondation Mo Ibrahim exhorte la RDC à fournir encore fournir des efforts notamment dans les secteurs de la sécurité et de l'Etat de droit.²³

Analysant ces données, constatons que lorsqu'on prend sécurité et Etat de droit, il y a une nette détérioration, puis on prend participation et droits humains, là aussi il y a une détérioration.

4.4 LA PAIX ET LA SÉCURITÉ

La situation sécuritaire en RDC est très alarmante. Depuis plus de 20 ans, l'est de la RDC vit des en conflit permanent et des cycles de guerre à répétition dont le bilan humanitaire laisse à désirer. Environ une trentaine de groupes armés sévissent toujours cette zone, malgré la présence des casques bleus. À l'heure actuelle, l'activisme Forces démocratiques alliées (ADF) et les Forces démocratiques de libération du Rwanda (FDLR), qui se fait plus remarqué. À cela, nous ajoutons la Force de résistance patriotique de l'Ituri (FRPI) et les Mai Mai qui sement la terreur entre Manono, Mitwaba et Pweto communément appelé triangle de la mort. Cette situation constitue un défi majeur d'autant plus qu'une vraie émergence d'une nation repose sur la paix et la sécurité.

²² Kupelesa M., Art.cit. Consulté le 12/08/2015

²³ La bonne gouvernance en RDC » disponible en ligne www.fondationibrahim.org consulté le 30/09/2015

Après la levée de défis auxquels la RDC fait face, dans les lignes qui suivent, nous allons développer quelques considérations sur les stratégies.

5 STRATÉGIES DE CONDUITE DU CHANTIER DE L'ÉMERGENCE EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

Indiquons de prime abord, qu'il y a certains pays dont leurs économies présentaient les mêmes caractéristiques avec le RDC en 1960 mais répertoriés à l'heure actuelle dans le peleton des pays émergents. Nous avons les pays gagnants de la période 1960-2003, comme la Corée du Sud, le Botswana, la Malaisie, la Chine ou Maurice, ont mis en œuvre des stratégies hétérodoxes pour réaliser des performances, mêlant attraction des investissements étrangers, promotion active des exportations (y compris par la manipulation du taux de change et le maintien de plusieurs marchés de change au niveau interne, protection (par le biais de tarifs et d'éléments non tarifaires) et subvention des industries locales, encouragement des PME ou des grandes entreprises, etc. Et, il est difficile de trouver, parmi la palette d'instruments, une recette simple permettant de trouver des clés de succès universelles.²⁴ Pour la République démocratique du Congo, quelques stratégies sont développées ci-dessous :

5.1 LUTTER CONTRE LA FAIM ET LA PAUVRETÉ

La République démocratique du Congo doit comprendre qu'elle ne doit rien attendre d'une population traumatisée et paupérisée par des guerres, des tueries et des injustices sociales. À l'instar du Brésil qui sur la scène internationale occupe une place stratégique grâce à son économie florissante, lui offrant l'image d'une puissance émergente de l'hémisphère sud, la RDC doit miser son premier combat contre la faim. Ce combat doit garantir le droit fondamental de chaque congolais à l'alimentation, de promouvoir la sécurité alimentaire et nutritionnelle et de limiter la pauvreté extrême. Le secteur de l'agriculture est à mettre en œuvre. La RDC doit mettre l'accent sur une agriculture intensive et mécanisée, en favorisant la promotion des petits agriculteurs pour prendre chaque contrée vaste territoire national autosuffisante sur le plan alimentaire. Cela permettra à chaque famille de vaincre le fléau de la faim, une façon de favoriser l'agriculture familiale.²⁵

Un rattrapage industriel s'impose. L'industrie est le moteur de l'émergence. En interrogeant l'histoire, nous avons découvert qu'il y avait une amorce industrielle depuis l'époque coloniale. On pouvait remarquer 9600 industries dans les différents secteurs au sortir des indépendances. Aujourd'hui, nous avons moins de 300 industries hors le secteur extractif et 150 industries après analyses sont viables. Cela est dû au fait qu'une importance relative, mieux faible du secteur extractif dans le produit intérieur brut et aussi dans le budget de l'Etat où on en est à 7%. C'est un désastre, car lorsqu'on sait que la croissance réellement inclusive, n'est possible qu'à partir du moment où les chaînes de valeurs de production, les intégrations verticales et horizontales sont respectées et tout cela passe par un processus de rattrapage industriel et de redressement productif. Sans la croissance industrielle viable, il n'y a pas de croissance inclusive. Il faudrait retrouver les 9600 industries, les identifier en définissant une cartographie des industries qui ont existé. Connaître leurs histoires économiques et voir comment les remettre à flot et lancer la dynamique. Il faut de ce fait établir un business plan de redressement et trouver les repreneurs avec un certain nombre d'incitants. L'émergence des nouveaux capitaines d'industries made in Congo donnera aussi un élan majeur.²⁶

5.2 INSTAURER UN LEADERSHIP DIFFÉRENT ET RESPONSABLE

Un modus opérandi est à noter quant à l'instauration de ce leadership :

- a. L'objectivité dans les nominations et promotions des cadres appelés à diriger les grandes structures de l'État et les entreprises du portefeuille. Cette objectivité trouve son soubassement dans l'éthique, la moralité et les compétences techniques ;
- b. Adhérer à l'idéal du changement par une nouvelle culture de gestion des biens publics. Il est inacceptable de voir la RDC enlisée dans une crise endémique de gouvernance et de leadership aux conséquences dramatiques. La RDC n'est pas un

²⁴ Moubarak LO., « Une théorie de l'émergence économique des nations » disponible en ligne sur

²⁵ Kamerhe V., *les fondements de la politique transatlantique de la République démocratique du Congo*, Belgique, Larcier, 2011, p194

²⁶ Informations tirées de la communication du ministre de l'industrie Germain KABINGA lors des journées Katanga Business Meeting à Lubumbashi à l'esplanade du bâtiment du 30 juin en juin 2015

modèle de « bonne gouvernance » ; on peut même parler de « mauvaise », voire « d'absence de gouvernance » débouchant sur la déliquescence de l'État. Cette situation met les populations à la merci d'aventuriers locaux et étrangers de tout acabit : seigneurs de guerre, trafiquants négociants avec les maîtres du terrorisme international et des crimes organisés. Il faut de ce fait mettre en œuvre un leadership avéré et une gouvernance légitime et responsable dans un cadre d'un projet de société porteur du développement. Notons par ailleurs que les États modernes sont aujourd'hui comme tel, c'est en respectant les standards qui intègrent une gestion orthodoxe des biens et finances publics ainsi que la transparence de la gestion publique qu'assument les principes de l'évaluation périodique, du contrôle par le peuple de ses représentants et de la séparation des pouvoirs.²⁷

- c. Renforcer le fonctionnement harmonieux des institutions publiques en vue de rendre plus aptes à répondre aux attentes des populations pour l'amélioration des conditions de vie et l'instauration d'une économie au service du citoyen. Dans ce même ordre d'idées, indiquons que les conditions de vie de tout homme sont liées à son accès aux services sociaux et existentiels que sont essentiellement : la nourriture l'eau et l'électricité, l'éducation, les soins de santé, le logement, la justice sociale et distributive, les loisirs.
- d. La promotion du statut de la femme et de l'éducation de la jeunesse sont des éléments indispensables. Favoriser l'éducation de la jeunesse permettra de répondre aux défis du développement durable, intégral et intégré, laquelle exige une mobilisation et une implication. Il faut de ce fait une bonne politique de création d'emplois pour les jeunes qui sortent nombreux des universités, instituts supérieurs et écoles professionnelles.²⁸

5.3 LA PAIX ET LA SÉCURITÉ, COMME PRÉALABLES PRIMORDIALES

Pour une émergence politique et économique paisible, la paix et la sécurité, figurent parmi les éléments qui constituent la clé de voute pour cette dernière. Nous avons d'une part, la recherche de la paix et la sécurité intérieures sur toute l'étendue du territoire national et, d'autre part, la paix et la sécurité extérieures avec tous les neuf pays voisins. Parlant de la paix avec les voisins, particulièrement dans la région des grands lacs, une construction de paix devrait tabler sur l'engagement de tous (pays des grands lacs) à coopérer à la recherche d'une résolution partagée. Empruntant les mots du professeur Philippe Biyoya, une conscience de solidarité régionale et un effort de travailler ensemble à gérer les menaces communes à la paix de chaque État de la région par une approche commune de politique, de sécurité régionale permettra de réussir les conditions de paix durable. Pour ce faire, poursuit-il, le renouveau national remettra en jeu le débat sur la nature de l'État approprié au nouveau contexte attendu. La paix nationale des États de la Région dépendra donc de la mise à mort de l'État prétorien qui dans le contexte comme celui de la RDC pourrait impliquer la démilitarisation du leadership politique et par conséquent la reconsidération de la prééminence accordée à la restructuration et à la formation d'une nouvelle armée républicaine intégrée.²⁹

Dans la praxis des relations internationales, ce sont les intérêts et non les sentiments qui priment. Une singularité aux intérêts nationaux devrait être de mise avant les intérêts régionaux ou internationaux. Nonobstant, il faut une synergie entre les trois ! Nous estimons à cet effet, qu'un pays comme la RDC devrait rediriger ses besoins de défense vers la protection de ses ressources naturelles. C'est le cas actuellement pour l'Angola, qui ne cesse de croître de manière fulgurante ses dépenses militaires depuis 2010 en vue de développer la sécurité pour protéger les ressources naturelles, la sécurisation de ses zones pétrolifères et minières.³⁰ Dans cette lancée, la constitution et l'emploi d'une armée républicaine, suppose la recomposition du paysage géostratégique de la République démocratique du Congo ; car il s'agit d'une praxéologie c'est-à-dire un système de pensée pour l'action. Son approche est fonctionnelle parce qu'il s'agit de faire et non de décrire. Tant et si bien que le redécollage géostratégique militaire de la République démocratique du Congo, dont l'enjeu est de sortir de la logique

²⁷ Kamerhe V., *Op.cit.*, p194

²⁸ Kamerhe V., *Op.cit.*, p. 194

²⁹ Biyoya Makutu P., *La spirale des guerres de l'est de la RDC : les moyens d'y mettre fin et de transformer le contexte*, IPRIS, Kinshasa, 2014, pp.22, 23

³⁰ Sabrina Lesparre et Luc Mampaey, *Dépenses militaires, Production et transferts d'armes*, Compendium 2013, rapport, GRIP 2013/4)

statique des régions militaires pour basculer sur la dynamique des commandements militaires autour d'un polygone des zones de sécurité et des zones de vulnérabilités.³¹

Il ne suffit pas de créer une armée républicaine, encore faut-il doter cette armée d'une politique de défense adaptée aux menaces et vulnérabilités qui risquent d'hypothéquer l'avenir de la République. Car un Etat qui n'élabore pas un concept de défense adopté à ses besoins, à ses potentialités, manquant à sa mission principale et se condamne à la soumission, peut être à la disparition.³² Par conséquent, la stratégie de défense adaptée à l'immensité spatiale d'un sous-continent qu'est la République démocratique du Congo, soit 2345000 Km², est la stratégie de projection des forces sur les théâtres d'opération interne, en fonction des menaces réelles ou potentielles, selon les scénarios préétablis. Il s'agit d'une politique de mobilisation et de disponibilité des hommes, des systèmes d'armes, de logistique sur l'ensemble des points sensibles du territoire congolais reconquis militairement mètre par mètre, vallée après vallée, fleuve après affluents, collines après montagnes, cuvette après lac, forêt après savane, jusque aux confins de neuf frontières.³³

Tout cela pourra être possible que si la RDC à l'instar de l'empire du milieu se forge une identité partant de sa longue et riche histoire. Elle qui autre fois durant la moitié de la deuxième république exerçait une prééminence en Afrique Centrale s'est vue dépecée par ses voisins, doit relever sa tête pour bien retrouver sa place. Constatant son potentiel tentaculaire, la RDC devra démontrer qu'elle n'est plus un tigre en papier mais doit se faire sentir à qui veut bien l'écouter. Bien entendu, ce pays qui veut émerger et qui émerge déjà, doit utiliser ses ambitions qui heurtent bien sur les intérêts des occidentaux et de ses voisins qui déjà partage la crainte de voir se bâtir une puissance émergence capable d'embraser le développement non seulement de ses voisins mais de l'Afrique toute entière. La pensée de Franz FANON tombe bien, lorsqu'il dit que l'Afrique est comme un revolver dont la gâchette se trouve en RDC. Et la reconstruction d'un géant va naturellement peser lourd dans les relations internationales. Misanthopie son ascension sur la centralité géopolitique, la RDC doit faire résider sa force dans sa structure identitaire, dans sa capacité de se reformer à l'identique après un effondrement.

5.4 UN NOUVEL ETAT POUR LA RDC (INVENTER L'ETAT)

Pour postuler l'émergence, la RDC devrait se tenir debout sur ses deux jambes et prendre appui sur sa colonne vertébrale que serait un Etat fort, entreprenant et agissant, pour reprendre les mots de Nicolas Sarkozy. Elle doit revendiquer à l'espace et au temps un rôle ou une responsabilité et les principes de sa gouvernance politique, économique ou sociale doivent s'inspirer du poids des responsabilités qu'elle se réclamerait en Afrique Centrale et dans le monde. L'Emergence économique est une affaire d'Etat. C'est l'Etat qui décide à travers ses politiques économiques de se donner une identité économique réelle et visible dans le système économique mondial, par l'amélioration de sa position dans la division internationale du travail. Ce choix est avant tout celui de la doctrine du libéralisme économique. Mais comme le libéralisme, s'impose désormais à tous, l'Etat choisirait l'approche, la méthode ou la voie d'insertion.³⁴

La caractéristique principale de la mondialisation est le flux des biens, des personnes, des technologies, des communications, des capitaux, des religions, des valeurs, des violences etc. Celui-ci a bousculé, voire anéanti les repères du monde finissant, plongeant les peuples de la terre dans un abîme de perplexité. Mais, qui dit mouvement, dit incertitude sur le résultat de l'action humaine qu'elle émane des pays industrialisés ou des pays en développement, en témoignent l'écroulement de la bulle financière et boursière (effondrement des start-up) ; la faillite des entreprises (grandes et petites) ; l'échec des plans d'ajustement structurels et des privatisations ; la montée en puissance des violences politiques et leur flot de corruption, de pillage des ressources, d'autoritarisme et des coups d'Etat, etc.

Moralité, nul n'étant assuré de gagner ou de perdre à tous les coups, la mondialisation peut être une chance pour les congolais, à condition que le pilotage de leur destin collectif (qui est l'œuvre des hommes et des femmes investissant leur champ d'action historique, à la lumière de leur projet de société), soit librement confié à un acteur primordial ou leadership éclairé. Or, privées d'Etat vraie depuis qu'ils ont perdu l'initiative historique (leur modèle de l'Etat et de projet de société démocratique) dans le choc des civilisations avec la traite négrière, la colonisation et la post-colonisation les congolais

³¹ Mwayila T., la RDC et son armée : Quel type d'armée, quelle taille et quelle stratégie de défense, tiré de <http://www.congoforum.be/fr/analysedetail.asp?id=32279> consulté le 10/04/2014

³² Mwayila T., Art.cit

³³ Lesparre S. et Mampaey L., Dépenses militaires, Production et transferts d'armes, Compendium 2013, rapport, GRIP 2013/4)

³⁴ Biyoya Makutu P., "Les Enjeux et conditions politiques de l'émergence économique de la République Démocratique du Congo" in le potentiel, publié le 12 juin 2014 tiré sur www.lepotentielonline.com consulté le 15/03/2015

comme les autres africains ont également perdu la maîtrise de leur propre destin et chemin faisant, elles ne peuvent pas, à l'échange, peser sur le destin du monde (2% du commerce international). Pour changer la donne politique, il est urgent de les doter, au préalable, de l'Etat en tant que manager stratégique d'une communauté politique et d'un projet de société démocratique, capable de réveiller les intelligences et rassembler les dévouements. Car, à l'ère de la mondialisation, l'avenir et la performance n'appartiennent qu'aux décideurs qui prennent les risques, gèrent d'une manière optimale les ressources rares (naturelles et humaines), parient sur la créativité et l'innovation de leur outil conceptuel, politique, économique, social, culturel, technologique, industriel, communicationnel, etc.

Autrement dit, c'est au « sommet de la montagne qu'il faut se frayer le chemin », dit un proverbe congolais. Les sociétés africaines doivent, si elles veulent garantir leur existence, épouser la logique de la mondialisation, c'est-à-dire la logique de champ de bataille où ne vivent que ceux qui luttent et où ne sont respectés que les décideurs dont on peut redouter « l'agressivité » joliment appelée « la concurrence ». En effet, valorisant la maxime selon laquelle « les Etats n'ont pas d'amis, ils n'ont que des intérêts », la mondialisation bannit l'idée d'amitié ou de mendicité, que celle-ci soit l'œuvre d'un individu ou d'un Etat, la contradiction des intérêts étant gérée par la diplomatie ou par la force.³⁵

D'autant qu'appréhendée comme l'ensemble d'activités d'une collectivité humaine relatives à la production, à la consommation et à la redistribution des biens et services constitutifs de la richesse nationale, l'économie n'est pas une fin en soi. Elle prend corps et signification dans la communauté politique et le projet de société démocratique la sous-tendant, en vue de satisfaire dans la durée, les besoins élémentaires des membres de cette communauté de destin. En effet, aucun corps social ne peut exister et se donner à voir durablement, s'il n'est pas capable de satisfaire les besoins primaires de ses membres tels que manger, boire, se vêtir, se loger, se soigner etc.³⁶

À cet effet comme l'a proposé Tshiyembe, la refondation du pacte démocratique ou de la démocratie de proximité est très salubre comme antidote à tous les balbutiements que vit la RDC. Fondé sur le néo-libéralisme tropical consacrant l'autonomie de gestion des gouvernements locaux des provinces, des communes et des chefferies traditionnelles, le nouveau pacte démocratique est une alliance pour un pouvoir de proximité correspondant à une triple fragmentation de l'espace politique :

- ✓ fragmentation humaine (pouvoir des ethnies et pouvoir des citoyens)
- ✓ fragmentation géopolitique (pouvoir du centre et pouvoir de la périphérie)
- ✓ fragmentation éthique (morale de conviction et morale de responsabilité), cette dernière consacrant la subsidiarité ou l'autonomie de décision à chaque niveau hiérarchique. Quant à la nouvelle gouvernance, elle est la capacité d'agir ensemble mobilisée par les ethnies et les citoyens pour faire face aux enjeux et défis qui pèsent sur le destin commun. Elle se définit comme la pensée et l'action exercées sur la pensée et l'action des hommes par d'autres hommes, pour autant que ceux-ci demeurent libres et responsables de leurs choix rationnels, c'est-à-dire capables, d'accepter ou de refuser ce qui leur est proposé.

Partant de ce critère, il y a lieu de constater que l'Afrique noire, particulièrement la RDC ignore la culture de la gouvernance en dépit de la pseudo- démocratisation des années 90, car les nouvelles institutions et les nouvelles normes juridiques flottent sur le corps social sans jamais le pénétrer. Elles sont dépourvues de sens pour la majorité des peuples et des citoyens, à cause de la prégnance chez les élites occidentalisées, de la culture de la traite négrière et de la colonisation (le bonheur et le malheur ne viennent que de l'étranger). En effet, l'esclavage déguisé pratiqué à l'ombre des pseudo-Etats de droit (confiscation des revenus des fonctionnaires et agents de l'Etat par le non-paiement des salaires ; la spoliation des biens privés sans indemnisation ; la corruption et la concussion ; la violation systématique des droits de l'homme et des peuples ; les massacres, les viols et les pillages des ressources etc.), établit une relation de domination et non une relation de pouvoir, en dépit des plébiscites électoraux.

En d'autres termes, la culture de la gouvernance est l'antidote de la culture de règne prise par les élites africaines, d'après laquelle l'Etat est essentiellement un pouvoir qui commande et jamais une équipe qui travaille et rend compte de sa gestion à la société à intervalle régulière, avec la possibilité légale d'approbation ou de rejet, sans recours à la violence. Alors,

³⁵ Mwayila T., *Réinvention de l'Etat et régulation économique en Afrique noire : défi de la nouvelle gouvernance à l'ère de la mondialisation*, une des parties de la réflexion sur l'invention et la refondation de l'Etat en RDC, sous la direction de Ka mana, 2012, pp.100-106

³⁶ Mwayila Tshiyembe, *op.cit.*, pp.100,106

de cette recomposition du paysage politique africain émergent deux types de gouvernance : la gouvernance directe et la gouvernance indirecte.³⁷ A cela il faut ajouter que la stabilité politique et institutionnelle suppose un état de droit, une Justice pour tous et un large consensus politique permettant le règlement des différends et conflits par la voie judiciaire et celle du dialogue.

5.5 LE CAPITAL HUMAIN COMPÉTITIF

Le capital humain est un atout de taille tant pour la production que la consommation. Un autre facteur de puissance (relative) de la RDC. Pour le spécialiste des relations internationales, Hans Morgenthau, une population nombreuse est un atout de la puissance d'un État par le fait qu'aucun pays ne peut prétendre rester ou devenir une puissance de premier plan s'il ne fait partie des nations les plus peuplées de la terre. Mais il ne s'agit que d'un attribut parmi d'autres, la taille du territoire et la dynamique économique, entre autres, jouent également un rôle important. Des conditions que remplissent potentiellement la RDC. Toutefois, Il doit être bien formé pour être qualifié et compétitif. En outre, il doit être en bonne santé. Or, les insuffisances constatées dans la qualité de l'enseignement et des soins de santé dispensés nous indiquent les défis à relever.

5.6 ÉMERGENCE ÉCONOMIQUE ET ÉMERGENCE SOCIALE

L'homme devant être au début et à la fin du développement, pour paraphraser Léopold S. Senghor, le concept d'émergence ne peut être uniquement appréhendé sous l'angle économique. Les citoyens d'un pays qui émerge doivent sentir dans leur vie quotidienne que leur bien-être s'améliore et que des opportunités nouvelles d'éducation, de santé, d'emplois et de revenus se présentent pour eux. L'émergence doit ainsi être également sociale. Inversement, l'émergence économique ne peut être durable que si certains pré-requis sont satisfaits dans le domaine social. Il est désormais universellement admis que la qualité du capital humain (une population éduquée, bien nourrie et en bonne santé) est un des facteurs les plus déterminants de la croissance économique, surtout dans le nouvel environnement de la mondialisation où le savoir et le savoir-faire jouent un rôle central dans la hausse de la productivité des économies. Les calculs réalisés par la Banque Mondiale et par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), comparant d'une part l'évolution respective du PIB par tête et du taux de pauvreté et, d'autre part le PIB par tête et l'Indicateur de Pauvreté Humaine (IPH) de différents pays pour une année donnée, montrent que la corrélation est souvent établie entre les variables de croissance économique et celles de pauvreté. En d'autres termes, la République démocratique du Congo doit améliorer ses indices sociaux au fur et à mesure qu'il s'enrichit. Mais il ne s'agit point de causalité puisque le classement des pays en termes de pauvreté humaine ne suit pas rigoureusement celui établi à partir des niveaux de revenu par tête. La qualité de la politique menée en termes de redistribution des fruits de la croissance compte aussi dans l'impact réel du dynamisme économique sur le niveau de vie des pauvres.

6 CONCLUSION

Parler de l'émergence de la RDC à l'ère de la mondialisation, pendant que l'Etat de celle-ci pose des problèmes de son être et de sa signification, nous plonge dans la réflexion qui se veut une attraction à l'invention d'un Etat pour la RDC, condition essentielle pour prétendre réussir le projet de l'émergence qui anime actuellement les dirigeants congolais. Nous ne pouvons-nous permettre en aucun cas laisser vivre l'amateurisme et le laxisme dans la vision de la conception de l'Etat. Nous devrions plutôt mobiliser les intelligences et les valeurs dans l'accomplissement du développement de la République démocratique du Congo en plus, il sera question de forger les institutions démocratiques solides à la taille d'un pays qui postule son émergence. La nécessité d'une bonne gouvernance générale de l'Etat au sens large, tant au plan politique, qu'économique, social, militaire, sécuritaire et diplomatique. L'optimisation de la mobilisation des ressources financières et la lutte contre l'évasion fiscale, la corruption et l'impunité, l'établissement des priorités et de la cohérence des politiques entre tous les secteurs clés retenus, ainsi que le maintien des objectifs globaux retenus grâce à des indicateurs de performance et des mécanismes de suivi-évaluation à mettre en place.

³⁷Mwayila Tshiyembe, *Op.cit*, p.77

REFERENCES

- [1] Biyoya Makutu P., La spirale des guerres de l'est de la RDC : les moyens d'y mettre fin et de transformer le contexte, IPRIS, Kinshasa, 2014.
- [2] Esambu Matenda J.B.G., Conflits identitaires et enjeux économiques internationaux dans la région des grands lacs, Paris, l'Harmattan, 2014.
- [3] Hegel G.W.F., Principes de la philosophie du droit, 1820.
- [4] Kamerhe V., les fondements de la politique transatlantique de la République démocratique du Congo, Belgique, Larcier, 2011.
- [5] Mwayila T., Réinvention de l'Etat et régulation économique en Afrique noire : défi de la nouvelle gouvernance à l'ère de la mondialisation, une des parties de la réflexion sur l'invention et la refondation de l'Etat en RDC, sous la direction de Ka mana, 2012.
- [6] Moubarack LO, Formulation de la vision, des objectifs généraux et spécifiques ainsi que les résultats attendus pour atteindre le niveau d'émergence économique et sociale, Dakar, Sénégal, 2012
- [7] Document de la stratégie de croissance et de la réduction de la pauvreté de 2006
- [8] Tshimpanga M K., Théories Et Doctrines Des Relations Internationales, Notes de cours de troisième graduat Relations Internationales, Faculté des Sciences Sociales, Politiques et Administratives, UNILU, Année académique 2014-2015.
- [9] Dictionnaire du commerce international, « Définition de pays émergent » disponible en ligne sur <http://www.glossaire-international.com> consulté le 30/06/2015 à 19h 49'
- [10] Biyoya Makutu P., "Les Enjeux et conditions politiques de l'émergence économique de la République Démocratique du Congo" in le potentiel, publié le 12 juin 2014 tire sur www.lepotentielonline.com consulté le 15/03/2015
- [11] Kupelesa M., L'état de lieu de l'enseignement en RDC, disponible sur <http://www.pygmaliomeducation.com>
- [12] La bonne gouvernance en RDC » disponible en ligne www.fondationibrahim.org consulté le 30/09/2015
- [13] Mobateli A., « le Sénat stigmatise la pauvreté omniprésente et la misère sociale en RDC » disponible en ligne sur www.depeche.com , publié le samedi 15 mars 2014 12:59, consulté le 28/09/2015
- [14] Moubarack L.O, « l'émergence économique des nations: définition et mesure », disponible en ligne sur www.afdb.org consulté le 26/06/2015
- [15] Regragui, I. Editorial. Perspectives Internationales, avril-septembre 2012, n° 2.
- [16] Ruet J., « L'émergence est une économie politique. Vers une économie politique comparée de l'industrialisation et de la globalisation industrielle en Chine et en Inde. », Revue internationale de politique comparée 3/2011 (Vol. 18)
- [17] Walt W. R., « les étapes du développement économique », Paris, Seuil, 1960, p.25
- [18] « Situation économique et sociale de la RDC» disponible en ligne sur www.investindrc.cd/fr/spip.php consulté le 12/05/2015
- [19] Sabrina Lesparre et Luc Mampaey, Dépenses militaires, Production et transferts d'armes, Compendium 2013, rapport, GRIP 2013/4)

LA LIMITATION DES MANDATS PRESIDENTIELS ET L'OPINION PUBLIQUE EN AFRIQUE CENTRALE

[LIMITATION OF PRESIDENTIAL MANDATES AND PUBLIC OPINION IN CENTRAL AFRICA]

MBAYA MUMPUNGA Hervé¹ and ETOYI ESELA Fidèle²

1Assistant et doctorant à l'Université de Lubumbashi, Département des Relations Internationales, RD Congo

2Assistant et doctorant à l'Université de Lubumbashi, Département des Relations Internationales, RD Congo

Copyright © 2016 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: Since the end of the Cold War, African people aspire for the consolidation of the democracy, states 'right and political change. Central Africa tends to a thrilling political and constitutional history, especially at the end of the last presidential terms, Joseph Kabila (Democratic Republic of Congo), Sassou Nguesso (Republic of Congo), Pierre Nkurunziza (Burundi), and Paul Kagame (Rwanda) with doubt on respect of constitutions.

It is obvious that in Africa the heads of state seek to stay in power beyond the mandate by skipping or changing the clauses in the constitution. The success or the failure in constitutional amendment confirms this observation. This resulted in insurrection of people and often causes the fall of some regimes.

Our concern is to know how the end of mandates stirs public opinion in Central Africa. The fact is the civil society is the incarnation of public opinion and it has an irresistible influence. People in social problems, such as poverty, violation of human rights, unemployment ... can only push them to claim for their presidents' departure pretending of the completion of the mandates. Shepherds of people, the civil society is using new technologies of information and media communication, internet, social networks...

Our results confirm the awareness of African people by joining an African opinion. In former times, it seemed to be non-existing and dependent, however, recent events demonstrate an African public opinion well-built and active, able to block the road to any revision and non-respect for constitutional revision at the near end of mandates.

KEYWORDS: democracy, alternation, president, constitution, people, African, conscience.

RESUME: Depuis la fin de la guerre froide les peuples africains aspirent à la consolidation de la démocratie, Etat de droit et alternance politique. L'Afrique centrale tend vers une histoire politique et constitutionnelle palpitante, ce, à la fin des derniers mandats des présidents Joseph KABILA (République Démocratique du Congo), Sassou NGUESSO (République du Congo), Pierre NKURUNZIZA (Burundi), Paul KAGAME (Rwanda) avec des incertitudes sur le respect des constitutions.

Le constat est qu'en Afrique les chefs d'Etats veulent s'éterniser au pouvoir en contournant les dispositions constitutionnelles. Les révisions constitutionnelles réussies ou avortées confirment cette observation. A ce sujet, des soulèvements des peuples occasionnèrent la chute de certains régimes.

Notre préoccupation est de savoir comment les fins de mandats remuent ils l'opinion publique en Afrique centrale. En effet, la société civile, incarnation de l'opinion publique, revêt d'une influence incontestable. Les peuples face aux problèmes sociaux pauvreté, violation des droits de l'homme, chômage...ne peuvent que se soulever pour exiger le départ de leurs présidents sous prétexte d'épuisement des mandats. Gardienne des peuples, la société civile use de nouvelles technologies de l'information et de la communication médias, internet, réseaux sociaux...

Nos résultats confirment la prise de conscience des peuples africains par la formation d'une opinion africaine. D'antan jugée inexistante et dépendante, les récents événements illustrent une opinion publique africaine construite et active, capable de barrer la route à toute révision et non respect des dispositions constitutionnelles à l'approche d'épuisement de mandats.

MOTS-CLEFS: démocratie, alternance, président, constitution, peuple, Afrique, conscience.

1 INTRODUCTION

L'Afrique centrale aborde un important virage d'une histoire politique et constitutionnelle qui s'annonce palpitante à quelques années de la fin du second et dernier mandat des présidents, Joseph Kabila de la RD Congo, Pierre Nkuruzinda du Burundi, Sassou Nguesso du Congo et Paul Kagame du Rwanda avec des incertitudes sur le respect des constitutions.¹

Bien plus, le constat est que les chefs d'Etats africains veulent s'éterniser au pouvoir, en dépit des professions de foi et des constitutions démocratiques, en dépit des engagements nationaux, sous régionaux africains et internationaux, la conservation sans délai du pouvoir d'Etat et ce, en contradiction flagrante avec les valeurs et les pratiques de base, élémentaires de la démocratie dans ses fondements. Les tentatives des révisions constitutionnelles avortées, réussies ou en cours : Mamadou Tandja au Niger, Abdoulaye Wade au Sénégal, Robert Mugabé au Zimbabwe, Yaya Jammeh en Gambie, Blaise Compaoré au Burkina Faso, Yayi Boni au Bénin, Idriss Déby au Tchad, Faure Eyadema au Togo, illustrent bien ce constat.

Les agitations ainsi que des manifestations observées ces dernières années en Afrique Centrale montrent qu'il existe une opinion publique qui exerce une pression sur les gouvernements de ces pays. Ces manifestations reçoivent un caractère contagieux sur la scène politique de l'Afrique en générale et Centrale en particulier. Cette nouvelle solidarité entre frontières a retenu notre attention afin de chercher à comprendre la relation entre elle. Manifestations, agitations et soulèvements dans tel ou tel autre pays.

Tout part des convictions, avis, rumeurs et des prêts à penser des populations d'un non-respect des mandats constitutionnels à venir. Signalons que les pressions peuvent venir de l'interne c'est-à-dire à l'intérieur du territoire national tout comme de l'extérieur sur l'espace international c'est-à-dire l'extérieur des frontières nationales.

Dans cette optique, on parle de l'opinion publique nationale et de l'opinion publique internationale. De ce fait, l'opinion publique nationale, ce que peut la population ou le prêt à penser à propos d'un événement donné, découle des forces sociales telles que les partis politiques, les organisations non gouvernementales, les confessions religieuses opérant à l'intérieur des frontières, tandis que l'opinion publique internationale découle des forces étatiques et non étatiques telles que les grandes puissances, les organisations internationales, le Vatican,...

Comment les fins des mandats présidentiels remuent-elles l'opinion publique en Afrique centrale ?

Le non-respect des mandats constitutionnels remue l'opinion publique à travers les nouveaux moyens de communication. La mondialisation a vivement contribué au développement de moyens de communications à tel point que les questions de l'heure agitent l'opinion des gens, celle-ci subit l'influence des médias : télévision, radio, réseaux sociaux, journaux.

Les actes des organisations internationales tels que les décisions et recommandations de l'ONU, de l'UE, de l'UA,..., elle se trouve également influencée par l'ingérence des gouvernements occidentaux, lorsque les enjeux économique, géopolitique et géostratégique s'invitent.

Les agitations de l'opinion publique peuvent s'expliquer par la soif de la consolidation de la démocratie des populations en Afrique. Ces populations africaines qui ont vécu des longues et atroces périodes de dictatures, bien sûr le processus de démocratisation ayant débuté au début des années 1990, aujourd'hui le peuple africain se hâte de consolider cette démocratie à travers le respect de mandats constitutionnels, l'alternance au pouvoir aux moyens des élections,...

Nos analyses sont centrées sur l'opinion publique comme instrument de pressions exercées sur les gouvernements en Afrique centrale au sujet du respect de nombre des mandats constitutionnels présidentiels.

¹ A. Mbata, « Mandats présidentiels et révision constitutionnelle en Afrique : la RD Congo dans la perspective de l'échéance 2016, In Pambazuka News, Janvier 2014

De ce qui précède, nous retenons que le respect des nombres de mandats présidentiels constitutionnels est une question qui préoccupe la communauté internationale dont la mission est de préserver la paix et la sécurité internationales, de jouer le rôle de gendarme pour la stabilité à l'intérieur des Etats.

La présente étude sera subdivisée en trois principaux points :

Le 1^{er} sera consacré à la définition des concepts clés et à l'évolution globale de la démocratie.

Le 2^{ème} point portera sur l'opinion publique face aux mandats présidentiels, il s'agira de circonscrire la nature de pressions qu'exerce l'opinion publique sur ces acteurs politiques.

Enfin, le 3^{ème} point se focalisera à la limitation des mandats présidentiels dans la consolidation d'une opinion publique en Afrique centrale. Ici, nous examinerons chaque pays selon la réalité qu'il présente.

2 CADRE CONCEPTUEL

A ce niveau, nous avons pour tâche de dégager les concepts opératoires qui nous ouvriront la voie à la présente étude. Il s'agit des concepts suivants : limitation, mandat présidentiels, opinion publique.

2.1 LA LIMITATION DE L'EXERCICE DU POUVOIR

Limiter le pouvoir politique c'est fixer des bornes à la capacité, que l'on reconnaît aux gouvernements d'organiser la société. Les démocraties occidentales mettent en œuvre trois séries de techniques, qui vont s'emboîter les unes aux autres. (Exécutif, législatif, judiciaire) la limitation de l'exercice du pouvoir politique se fait par la dépersonnalisation du pouvoir. Celle-ci consiste à dissocier la personne des titulaires du pouvoir, du pouvoir lui-même. « Cette dépersonnalisation est réalisée, grâce à la notion d'institution ; l'application de la théorie de l'institution à l'Etat va se traduire par l'attribution d'un statut juridique à l'Etat : la constitution. Celle-ci doit permettre à l'Etat d'exister mais aussi de le limiter. »²

2.2 LE MANDAT PRÉSIDENTIEL

Un mandat, de manière générale est l'acte par lequel on soumet le soin d'une affaire à quelqu'un qui s'en charge gratuitement. « Le mandat peut aussi signifier procuration dans ce cas, il prend le sens d'un acte par lequel une personne donne le pouvoir de faire quelque chose pour le mandant et en son nom ». ³

« En politique, le mandat peut s'entendre comme une sorte de contrat moral qui existe entre un député et ses électeurs, par suite des opinions qu'il s'est engagé vis-à-vis d'eux à défendre, avant son élection. »⁴

Le mandat présidentiel quant à lui est limité dans le temps. La doctrine, les institutions internationales et la jurisprudence semblent accorder à la notion de durée des mandats politiques un intérêt nouveau au point d'en faire un objet d'études constitutionnelles et politistes. « La limitation de la durée des mandats signifie avant tout que leurs charges ne sont pas définitives mais simplement dépositaires temporaires, pour une période donnée à l'issue de laquelle le mandat doit faire l'objet d'une nouvelle dévolution électorale. »⁵

2.3 L'OPINION PUBLIQUE

L'opinion publique c'est ce que pense le public, le prêt à penser, l'ensemble des avis d'un groupe d'individus dans une société ou dans une nation, sur les questions politiques, religieuses, économiques, morales. Pour connaître l'opinion publique sur un sujet à un moment donné, il faut pouvoir la mesurer.

² M. PRELOT et J. BOULOUIS, *Institutions politiques et droit constitutionnel*. Précis Dalloz 6^{ème} édition 1975 paragraphe 437.

³ Code civil de France article 1984. Version 2009

⁴ Duverger M. *Institution politique et droit constitutionnel*. Thémis PUF, 14^{ème} édition 1975 pages 73 et suivantes

⁵ Ibidem,

Ce sont les sondages qui permettent de mesurer l'opinion publique, à tout moment et sur n'importe quel sujet. Cependant pour être fiable ce sondage doit porter sur un échantillon représentatif de la population que l'on sonde c'est-à-dire un groupe d'individus représentant les deux sexes, tous les âges, les professions, les religions...

« Les questions doivent être claires et précises. Le sondage doit impérativement être fait par un institut spécialisé. La question que notre lecteur peut se poser est celle de savoir pourquoi connaître l'opinion publique ? Nous répondons, parce que les sondages informent rapidement et facilement de l'état de l'opinion publique sur un sujet précis. Ils permettent aux citoyens de pouvoir donner leur avis et aux décideurs de s'adapter aux critiques ».⁶

Selon Georges Elgozy, « une opinion est un avis, un jugement personnel que l'on s'est forgé sur une question ou un sujet en discussion qui ne relève pas de la connaissance rationnelle ».⁷ Toutefois, l'opinion même si elle est affirmée avec conviction, est un jugement qui n'est pas nécessairement juste.

L'opinion au pluriel renvoie à une manière de penser, un ensemble d'idées, une doctrine. Pour notre part, l'opinion est critiquée parce qu'elle n'est pas fondée sur le raisonnement et qu'elle se donne l'apparence du savoir.

A travers tous les pays du monde l'opinion publique possède une organisation, des techniques et des moyens qui lui permettent d'exercer son influence aussi bien sur la classe politique que sur le peuple.

« L'opinion publique mondiale »⁸ quant à elle est une opinion des élites occidentales ou occidentalistes dont l'action est susceptible d'influencer les consommateurs et les électeurs des grands pays industrialisés. Cette opinion s'exprime par des pétitions, des campagnes de presse des manifestations construite par des organisations privées, se focalise autour d'un thème précis se mettent en réseau et disposent des relais auprès des élites des pays démocratiques.

Pour notre part, nous pensons que l'opinion publique serait cette voix collective du peuple qui sans avoir de valeur contraignante, peut toujours se manifester en dehors du contrôle des gouvernements. « Elle est mise à jour par des méthodes de sondages et d'enquêtes d'opinions »⁹

2.4 EVOLUTION DU PROCESSUS DE DÉMOCRATISATION EN AFRIQUE : DES INDÉPENDANCES À NOS JOURS

La démocratisation en Afrique est un processus qui débuta dès les années de l'accession à l'indépendance qui pour la plupart l'ont obtenu en 1960. Ce processus a été mis en mal politiquement par la guerre froide ainsi, la chute du mur de Berlin marqua la fin de la guerre froide.

2.4.1 LA GUERRE FROIDE ET LES INDEPENDANCES

L'ère des indépendances en Afrique et l'émergence politique des nouveaux Etats africains, coïncida avec le contexte international de guerre froide. Ce fut incontestablement une période déterminante dans le processus de démocratisation de ces pays. Presque dans tous les pays-nouveaux Etats, la décolonisation aboutit à un début de la démocratie qui favorisa l'organisation des élections et l'installation des autorités post coloniales démocratiquement élues. Le processus de démocratisation de l'Afrique s'est déclenché dès (1960) les années des indépendances.

2.4.2 PENDANT LA GUERRE FROIDE

L'Afrique subsaharienne a été l'un des terrains chauds de la guerre froide. Celle-ci fut pour beaucoup responsable indirectement du retard de l'Afrique tant sur le plan démocratique qu'économique, à ce qu'on serait tenté de croire. « Les deux blocs principalement les Etats-Unis et l'Union soviétique avaient pour motivation gagner le maximum d'espace politique et idéologique possible, tout en favorisant l'existence des régimes autoritaires et militaires afin de sauvegarder le contrôle

⁶ R. E. LANGELEIR, *L'influence de médias électroniques sur la formation de l'opinion publique*, *Lex Electronica*, Vol 11 n°1 Printemps/Spring 2006

⁷ Georges Elgozy, *L'esprit des mots ou l'antidictionnaire*, 1981

⁸ David Vincent « l'opinion publique mondiale, n'existe pas » in *journal de la paix*, n°471. 2001, p.44-66

⁹ *L'opinion publique internationale*, dossier de la *Revue raison politique*, n°19, 2005.

géopolitique de leurs idéologies respectives, en s'assurant ainsi, la maîtrise des ressources naturelles.»¹⁰ En flattant les africains et leurs dirigeants au moyen de l'aide facile sans contrepartie, en dormant leur conscience, les détournant de leurs réalités et d'une réflexion solitaire sur eux-mêmes et sur l'état de l'Afrique.

2.4.3 LA CHUTE DU MUR DE BERLIN (LA FIN DE LA GUERRE FROIDE)

La fin de la guerre froide en 1990 a entraîné indiscutablement « le déclassement stratégique » de l'Afrique et une nouvelle relance du processus de démocratisation. A mesure que la guerre froide se terminait, l'union soviétique avait privé d'assistance militaire et économique ses partenaires africains. Les occidentaux quant à eux réduisaient leur présence et leur attention sur le continent « la démocratisation des années 1990 a été stimulée par la globalisation des images et des discours d'une révision des politiques africaines très actives »¹¹ la confrontation idéologique Est-Ouest prend fin, le changement de la vision géopolitique des grandes puissances s'impose. Les calculs des dirigeants africains changent. Suite aux demandes des forces démocratiques, des conférences nationales seront organisées dans quelques pays d'Afrique : au Bénin, au Gabon, au Mali, au Congo, au Togo, au Niger et au Zaïre (RD Congo). Les conférences nationales étaient un instrument vers la transition démocratique, faite par des réformes politiques qui rendent possible la passation pacifique du pouvoir à travers les élections et l'adoption des nouvelles constitutions. L'élan démocratique qui se vit actuellement en Afrique a été occasionné par la fin de la guerre froide. Il reste donc aux Etats africains de mûrir cette démocratie acquise.¹²

2.4.4 LA FIN DE L'IMPUNITÉ

L'Afrique a vécu presque toute la période de guerre froide, sous les régimes autoritaires et dictatoriaux la plupart de chefs d'Etat accédaient au pouvoir soit par coup d'Etat soit encore par la force militaire de rébellion. Plusieurs abus sont signalés pendant leur règne notamment le non-respect et la manipulation de la loi fondamentale, le peuple ne pouvait pas voter librement, les trois pouvoirs (exécutif, législatif, judiciaire) étaient mélangés, centrés et contrôlés par un seul individu à l'occurrence, le chef de l'Etat. Les élections organisées juste pour faire croire à l'opinion mondiale que tout va bien, la liberté de la presse était restreinte de telle enseigne que tout devait passer par le service de censure, l'opinion internationale n'est donc pas toujours au courant de tout ce qui se passe, soit si elle était, elle souhaitait garder silence afin de protéger ses intérêts dans ces pays. La répression était si dissuasive que personne ne pouvait prétendre à la liberté d'expression, ni de circulation. « Pour le dictateur, l'on connaissait la date de son accession au pouvoir, mais pas celle de sa sortie. L'opposition était presque inexistante par peur de représailles ».¹³

Actuellement, plusieurs mécanismes sont mis en place sur le plan national et même international afin de juger les hommes qui autre fois au pouvoir se seraient méconduits et abusés du pouvoir leur conférer par le peuple.

Les sanctions internationales existent également. Charles TAYLOR, ancien président du Libéria a été le premier président jugé et puni par la sanction juridique de la Cour Pénal Internationale (CPI), un tribunal spécialement créé pour juger ceux qui seraient reconnus coupables de crime de guerre et crime contre l'humanité. « La CPI peut prononcer une peine d'emprisonnement maximal allant jusqu'à 30 ans ou à perpétuité. La peine de mort n'ayant pas été retenue, elle peut ajouter à ces peines une amende ou encore la confiscation des biens et ou des profits qui ont été tirés du crime »¹⁴

Face aux fins de mandats présidentiels en Afrique Centrale, l'opinion publique craint l'implosion et le chaos qui peuvent surgir en cas de violation de la constitution par ces chefs d'Etat arrivés à la fin de leur mandat. Le non-respect de la constitution pourrait engendrer de débordements pouvant exposer les responsables à des poursuites judiciaires à l'intérieur, tout comme à l'extérieur du pays.

¹⁰ Ti-Diak : « Histoire : L'Afrique victime collatérale de la guerre froide » in TAMOUDRE : Touaregs. disponible en ligne sur <http://www.tamoudre.froide/touaregs/html>.

¹¹ BIYOYA M., *Comprendre les Relations Internationales*, P.R.I.S, Kinshasa, 2015, pp.130

¹² Foucher V. « L'Afrique et la chute du mur : le déclassement stratégique et ses effets » in *politique africaine*, 2008

¹³ MABIALA P., HANF. Th et Schlee B. Coll, *La RDC : une démocratisation au bout du fusil*, éd. Fondation Kon Rad Aden AUER, Kinshasa, 2006.

¹⁴ *Statut de Rome* (2002)

3 L'OPINION PUBLIQUE FACE AU MANDAT PRÉSIDENTIEL

Face au mandat présidentiel en Afrique Centrale, il existe deux tendances d'opinion. La première se trouve influencée par la classe politique dirigeante, qui dans leurs états-majors ont déjà commencé à préparer l'opinion, dans leurs pays respectifs à coups d'arguments déjà entendus avant, estimant « qu'on a besoin de stabilité politique pour se développer », « pourquoi se priver de l'expérience et de la capacité de leadership d'un homme (ou d'une femme) qui a démontré son aptitude à gouverner ou encore « la population elle-même le demande ». certains se proposent même de changer la constitution rappelant que c'est un droit démocratique. La constitution française de 1971 ne postulait-elle pas que la nation a le droit imprescriptible de changer sa constitution ?

La deuxième tendance de l'opinion publique, celle que la majorité des occidentaux soutiennent, rejette et dénonce toute tentative de révision constitutionnelle aux approches des élections, toute prolongation préméditée de processus électoral afin de retarder les enjeux électoraux, tout troisième mandat en violation de la constitution. Les voix s'élèvent, de partout dénonçant ces pratiques honteuses légales peut-être, mais ce genre de charcutage de la constitution pour des raisons politiques ne rend pas service au pays.

Nous pensons qu'en voulant se maintenir au pouvoir, les chefs d'Etats africains renouent avec l'ancienne pratique de présidence à vie. Ils mettent à mal la notion de l'alternance qui est un des piliers fondamentaux et incontournables de la démocratie. Fondamentalement s'il faut que l'on fasse marche en arrière pour comprendre la controverse qu'il y a dans cette question de mandats constitutionnels, la constitution traduit la vision qu'a une société d'elle-même et de son avenir. Elle définit les principes et les idéaux qui président à la configuration des pouvoirs et les conditions juridiques régissant son développement.

A ce titre, « les textes constitutionnels jouent un rôle primordial dans cette vaste entreprise de construction de la nation dans laquelle les nouveaux pays d'Afrique sont aujourd'hui engagés »¹⁵. La plupart des constitutionnalistes estiment que les changements faciles et intempestifs de la constitution créent une instabilité institutionnelle, mettant à mal l'Etat de droit et de la démocratie.

L'opinion publique africaine, estime que le continent fait marche en arrière en matière de démocratisation et de constitutionnalisme au cas où les fins des mandats de présidents se transformaient à des pouvoirs de présidence à vie.

Précisons que le débat sur le respect de la limitation des mandats présidentiels agite les sociétés de plusieurs pays africains depuis quelque temps. La ligne de fracture est claire : d'un côté les citoyens, dans leur majorité exigent de leurs dirigeants de se conformer aux prescriptions de la loi fondamentale de leurs pays respectifs ; de l'autre, plusieurs leaders sont tentés de passer en force pour des raisons souvent floues.

En réalité le débat auquel l'opinion publique se livre sur la limitation des mandats présidentiels est un débat sur l'organisation des systèmes politiques et la démocratisation des pays africains ; il est regrettable que les sociétés civiles africaines s'en emparent uniquement en période pré-électorale en raison du temps, ce débat est mené par le petit bout de la lorgnette avec un risque de confusion. Les constitutions de plusieurs pays d'Afrique limitent en effet à deux le nombre des mandats présidentiels se justifiant de tous temps, en tous lieux, indépendamment du stade de développement d'une société, des besoins spécifiques de chaque pays de la qualité du président en exercice.

La démocratie est fondée sur la nécessité d'une alternance au pouvoir. Cette alternance permet de prévenir la confiscation du pouvoir d'Etat, qui pourrait être « Ad vitam Aeternam » : pour la vie éternelle, par un président de la République en fonction, avec toutes les conséquences néfastes pour le développement du pays. C'est pour cette raison que les constitutions de plusieurs pays réellement démocratiques, prennent soin de prévoir cette alternance, par la limitation du nombre de mandats du président de la République. La limitation de mandats présidentiels constitue, à ne point douter, un vrai rempart contre l'intention de s'éterniser au pouvoir qui puise dans nos références traditionnelles en matière de gouvernance et de conception de l'homme dans ces références selon la coutume et la tradition africaine de l'époque précoloniale, dans les royaumes et empires d'avant la pénétration de la colonisation. L'exercice du pouvoir s'accommode des pratiques foncièrement antidémocratiques (même si elles ont vécu dans nos sociétés traditionnelles) qu'il faut nécessairement dépasser par une contestation radicale pour cesser de vouloir à la fois une chose et son contraire. Ces pratiques sont notamment les recours gérontocratiques exclusifs qui ne semblent être d'une validité d'hier, l'inégalité

¹⁵ Babacar Guèye : « Démocratie en Afrique : succès et résistances » in *pouvoirs*, n°129, 2008.

affirmée et réelle des citoyens au détriment surtout des jeunes et des femmes. La valorisation excessive de l'unanimité ou du consensus social. La facile exclusion des opinions différentes ou divergentes, une quasi patrimonialisation du pouvoir qui veut que le Roi règne à vie, une vision de l'espace vital quasi réduit à celui de l'ethnie. Ce sont là quelques repères dont s'inspirent consciemment ou inconsciemment bon nombre de nos dirigeants africains sans être vraiment contestés en cela par une population forgée dans cette pratique traditionnelle du pouvoir. Ainsi n'est-il pas rare d'entendre ces populations très largement majoritaires dire qu'il est normal que celui qui a le pouvoir « le bouffe » elles ajoutent qu'il vaut mieux laisser celui qui est déjà au pouvoir continuer, car il est déjà rassasié à force de bouffer et donc n'abusera plus du denier public que d'élire un nouveau qui a faim et abusera donc du denier.

Pas besoin de prendre les armes pour lutter contre ces pratiques. L'opinion publique tant nationale qu'internationale doit relever le niveau de sensibilisation afin d'inculquer les valeurs démocratiques universelles à ces dirigeants africains.

L'opinion publique aujourd'hui exerce une pression considérable sur les régimes actuels en Afrique Centrale appelant au respect de nombre de mandats présidentiels constitutionnels. Les fins de mandats agitent l'opinion publique pour la simple raison que le peuple a soif de consolider la démocratie, le peuple se retrouve presque abandonné face à la pauvreté en Afrique.

4 LIMITATION DE MANDATS PRESIDENTIELS ET LES CONSTITUTIONS EN AFRIQUE CENTRALE

Dans la présente étape, il s'agira de présenter les pays de l'Afrique Centrale dont les présidents sont fin mandats, chacun selon la réalité qu'il présente aussi bien dans les dispositions constitutionnelles que dans la vie politiques actuelle.

4.1 LA RD CONGO

En République Démocratique du Congo, la constitution issue de l'accord global et inclusif de Sun City de 2003, entrée en vigueur en 2006 après référendum, stipule dans son article 220 au sujet de la révision constitutionnelle, afin de préserver les principes démocratiques contenus dans la présente constitution contre les aléas de la vie politique et les révisions intempestives, les dispositions relatives à la forme républicaines de l'Etat, au principe du suffrage universel, à la forme représentative du gouvernement, au nombre et à la durée des mandats du président de la république, à l'indépendance du pouvoir judiciaire, au pluralisme politique et syndical ne peuvent faire l'objet d'aucune révision constitutionnelle.

Article 70 de la même constitution stipule que le président de la république est élu au suffrage universel direct pour un mandat de cinq ans renouvelable une seule fois. A la fin de son mandat, le président de la république reste en fonction jusqu'à l'installation effective du nouveau président.¹⁶ La question du 3^{ème} mandat de Joseph Kabila est au cœur de l'actualité. L'opinion publique se demande si celui-ci sera-t-il candidat aux élections présidentielles de 2016. Car la constitution ne le lui autorise pas.

Le président Joseph Kabila n'a jamais nier, ni affirmer sa candidature à ces élections, l'opinion lui prête donc des intentions. L'on signale tout de même les tentatives avortées de la modification de la constitution et celle de la conditionnalité du recensement comme préalable à l'organisation des élections.

L'opinion publique s'interroge au sujet de la fonte de la famille politique de l'actuel chef de l'Etat Joseph Kabila. La majorité présidentielle (MP) concernant le G7 les sept partis-politiques de la majorité présidentielle qui ont été radiés suite à une lettre ouverte adressée au chef de l'Etat lui demandant de garantir le respect absolu de la constitution et de favoriser l'alternance politique pacifique quelques semaines plus tard, le gouverneur de l'ex province du Katanga Moïse Katumbi annonçait sa démission au poste de Gouverneur précisant par la suite qu'il prenait congé du parti présidentiel le PPRD, selon ses dires : « depuis un an tout est mis en œuvre pour ne pas respecter la constitution en entretenant retard, flou et illisibilité du cycle électoral et en élaborant une stratégie de glissement des dates des scrutins ».¹⁷

L'analyse de ces événements nous font dégager un principe selon lequel « il n'y a pas de fumée sans feu ». C'est de ce principe même que s'inspire l'opinion publique. Le G7 constitue en RDC, les partis politiques les plus influents du point de vue Géopolitique interne. La problématique du respect des mandats présidentiels en RD Congo reste donc ambiguë, tout

¹⁶ Constitution de la RD Congo du 18 février 2006 dans ses articles 220 et 70

¹⁷ Propos de Moïse Katumbi-journal RFI 02 octobre 2015 à 8h00'

porte à croire que des défections et déchéances qui surviennent, dénoncent un climat malsain du non-respect tacite de la constitution. La démission récente du président de la Commission Electorale Nationale Indépendante l'Abbé Apollinaire Malu-Malu pour raison de santé ouvre toute une brèche de rumeurs et d'opinions. Des pressions internes et externes influencent le processus électoral déjà en cours en RDC.

A la date du 3 juin 2015, l'Ambassadeur de Royaume Uni Graham Zebedee s'exprime à ce sujet : « Kabila m'a réitéré son intention de tenir des élections dans le respect de la constitution qui prévoit un transfert du pouvoir ».

Le président Joseph Kabila n'a pas fait mention, jusque-là publiquement de son intention de se représenter ou de renoncer à un nouveau mandat.

La norme fondamentale congolaise ne prévoit que deux quinquennats présidentiels. Au pouvoir depuis 2001 entant que président intérimaire à la mort de son père, Laurent Désiré Kabila, Joseph Kabila s'est fait élire pour deux mandats en 2006 et 2011.

Nous réfléchissons avec l'Ambassadeur Zebedee de telles élections promises par le président Kabila vont consolider la stabilité de ce grand pays et assurer l'héritage du président. Et elles enverront le signal le plus fort possible que la RDC est un pays où tout le monde peut investir sur le long terme. D'autant plus que la RDC a réalisé des avancées considérables dont pourra s'en orgueillir Kabila en quittant le pouvoir selon l'Ambassadeur. ⁽¹⁸⁾

La stabilisation d'un pays en guerre à l'époque où il était devenu président ; les relations constructives avec les neuf pays voisins, un très impressionnant niveau de stabilité macroéconomique ; une croissance économique qui a atteint en moyenne 6,7% au cours des dix dernières années parmi les plus élevées au monde, et surtout, une réduction significative du pourcentage des personnes vivant dans une pauvreté extrême.

Après les manifestations de janvier 2015 à Kinshasa accusant le chef de l'Etat congolais de faire d'un projet de loi sur le recensement électoral, un cheval de Troie pour rester au pouvoir au-delà de 2016, événement ayant occasionné une quarantaine de morts, selon des sources humanitaires, aujourd'hui c'est les consultations que poursuit le pouvoir de Kabila avec les forces vives de la nation boycottées par une partie de l'opposition qui cristallise l'attention et attise les tensions.

De notre part, nous partageons la position de l'Ambassadeur, d'autant plus que la RDC a réalisé des avancées considérables dont pourra s'en orgueillir Kabila, en quittant le pouvoir.

Quitter le pouvoir : Kabila sera un Héros pour les congolais par le fait qu'il aura instauré une démocratie qui se concrétise par l'existence d'un Etat de droit, le principe d'alternance au pouvoir. Ce sont les bonnes habitudes que les congolais pourront désormais hériter de Kabila, car avant ce dernier, il n'y avait jamais d'alternance démocratique et respect de la constitution.

Rappelons qu'à la date du 05 février 2015, le porte-parole du gouvernement, Ministre de la communication son Excellence Lambert Mende, avait déclaré que « Kabila ne restera pas au pouvoir à la fin de son mandat en 2016 et la RD Congo ne reviendra pas à la guerre civile ». C'était à l'occasion d'une conférence de presse.

Arrivé au terme de son mandat après 3 ans en poste à Kinshasa. Et à l'occasion de la réception de sa dernière fête nationale, en tant qu'Ambassadeur, du 14 juillet, Luc Hallade a commencé par rendre hommage au peuple congolais pour sa capacité à surmonter les épreuves et la souffrance en suite l'Ambassadeur s'est livré à une critique de l'élite politique congolaise et de la tentation de s'accrocher au pouvoir : « l'élite politique semble continuer à penser que la politique de ce grand pays se joue, se fait et se défait, dans un cercle et un périmètre restreint, comme si au sein du vaste Congo, la République de la Gombe devait décider du sort et du destin du peuple congolais tout entier. Il faut savoir quitter le pouvoir comme il faut savoir quitter ses fonctions, aussi intéressantes et prestigieuses soient-elles » a déclaré Luc Hallade ⁽¹⁹⁾.

Ces mots, nous pouvons les interpréter comme une allusion à un éventuel troisième mandat du président Joseph Kabila. Pour le porte-parole du gouvernement cela relève de toute façon d'une inadmissible ingérence.

Quand il nous convient d'établir le rapport entre les discours de deux Ambassadeurs de deux pays comptant parmi les puissances mondiales à savoir le Royaume-Uni et la France. Nous confirmons ipso-facto l'ambiguïté de la position de Joseph

¹⁸ Les propos de l'Ambassadeur du Royaume Uni en RD Congo confiés à Anadolou lors d'un point de presse tenu le 3 juillet 2015

¹⁹ Les propos de Luc Hallade, Ambassadeur de France à Kinshasa dans son discours à l'occasion de la fête nationale française du 14 juillet 2015.

Kabila sur un éventuel 3^{ème} mandat. Joseph Kabila n'a jamais affirmé, ni nié son départ du pouvoir à la fin de son mandat en 2016.

La calendrier des élections locales, municipales, provinciales, législatives et présidentielles rendu public par la CENI, le président de la République Joseph Kabila a entamé en mai 2015 de nouvelles manœuvres d'approche en direction de l'opposition politique en RDC en lui proposant un « dialogue national aux contours peu claires mais, clairement lié à la tenue des prochaines élections. Ce dialogue trouve son fondement dans l'accord-cadre d'Addis-Abeba signé en janvier 2013 par onze pays de la région pour tenter de stabiliser l'Est congolais. L'opposition a accueilli ce dialogue mais insisté sur le respect de la constitution qui prévoit la fin du second mandat de monsieur Kabila en décembre 2016.

Signalons tout de même que l'opposition congolaise continue à soupçonner la majorité présidentielle de mener une démocratie une démarche qui tendrait à maintenir monsieur Kabila au pouvoir au-delà de 2016 en envisageant une transition qui entraînerait un glissement de la présidentielle pour prolonger le mandat de l'actuel chef de l'Etat. Bref, la situation en RDC sur la limitation de mandat reste floue et ambiguë.

4.2 LE CONGO BRAZZA

Au Congo Brazzaville, le président Denis Sassou Nguesso arrive à la fin de son second et dernier mandat constitutionnel l'an prochain. Le président de la République lors d'une interview accordé au magazine Congo-liberty traduit par Rigobert Ossebi dit s'attendre à un référendum sur un troisième mandat. Une modification de la constitution qui lui permettrait de briguer l'année prochaine un 3^{ème} mandat à la tête de la nation. (²⁰)

Sassou Nguesso a dirigé ce pays d'Afrique centrale pendant plus de trente années. Toute tentative de se pérenniser au pouvoir sera surveillé de près sur un continent où plusieurs dirigeants approchent de la fin de leur mandat.

Dans une interview à Reuters Sassou Nguesso a refusé de dire s'il voulait un autre mandat présidentiel, mais a reconnu qu'un référendum serait demandé qui rendrait possible qu'il brigue un troisième mandat.

« Le moment viendra où nous demanderons au peuple de se prononcer (sur une révision constitutionnelle) par référendum a-t-il déclaré au palais présidentiel dans la capitale Brazzaville ».

Signalons que la constitution de 2002, toujours en vigueur limite à deux le nombre de mandats présidentiels et exclut les candidats de plus de septante ans. Ce qui exclurait Sassou Nguesso qui lui, est âgé de 71 ans. Ancien commandant militaire qui a pris le pouvoir en 1997 à la fin d'une guerre civile avant de remporter des élections contestées en 2002 et 2009. Il avait au paravent dirigé le pays de 1979 à 1992 (²¹).

Le débat tourne autour de l'article 57 de la constitution du 20 janvier 2002 qui prévoit que le « président de la république est élu pour un mandat de sept ans au suffrage universel renouvelable une fois » limitant ainsi l'âge d'accéder à la magistrature suprême à soixante-dix ans. Pour éviter toute remise en cause de cette limitation des mandats présidentiels, l'article 185 alinéas 3 de la même constitution précise que le nombre de mandats du président de la république, la forme républicaine, le caractère laïc de l'Etat, les droits et libertés fondamentaux fixés aux titre I et II ne peuvent faire l'objet de révisions.

Pour éviter de violer la constitution en briguant un troisième mandat, le président sassou a organisé en octobre 2015 un referendum sur le projet d'une nouvelle constitution. Le oui a fini par l'emporter ; la communauté internationale et l'opinion nationale estiment que ce referendum fut entaché d'irrégularité et que le taux de participation selon les observateurs ne dépassait pas 50%. Notons que la nouvelle constitution ouvre la voie à une nouvelle candidature du président sassou NGUESSO à la magistrature suprême.

4.3 RWANDA

Plusieurs chefs d'Etat africains travaillent à leur maintien au pouvoir et Paul Kagame en fait partie. Le Front Patriotique Rwandais (FPR), le parti au pouvoir depuis 1994, s'est prononcé dimanche 14 juin 2015 pour une réforme de la constitution

²⁰ <http://www.congo-liberty.com>. consulté le 20 juillet 2015 à 14h22'

²¹ Constitution du congo-brazza du 20 janvier 2002

ouvrant la voie à un troisième mandat du président, Paul Kagame, en 2017 (selon The new time, quotidien progouvernemental).

3,7 millions de rwandais sur six millions d'électeurs ont demandé par pétition au parlement de reformer l'article 101 de la constitution.

Pour l'instant, le chef de l'Etat rwandais « est élu pour un mandat de 7 ans renouvelable une seule fois selon la constitution rwandaise. Paul Kagame élu en 2003 puis en 2010 est en train de terminer son second mandat et ne devrait donc plus pouvoir se présenter.

Au mois d'avril 2014, le président rwandais avait suggéré la possibilité d'un troisième mandat assurant qu'il appartenait au peuple rwandais et non à lui-même de changer la constitution.

Les deux chambres du parlement rwandais dominées par le FPR au pouvoir vont débattre d'un éventuel amendement de la constitution.

La réforme du texte ne fait pas l'unanimité. Les observateurs, notamment la presse du pays, dénoncent une manœuvre du pouvoir, dans un pays sans véritable opposition, le FPR au pouvoir domine tous les aspects de la vie publique et de la vie politique a relevé l'organisation de défense des droits de l'homme Human Rights Watch, au début de l'année. Si beaucoup de rwandais assurent signer de leur propre volonté certains témoignages font état de pressions implicites ou explicites.

Au Rwanda, le président Paul Kagame a annoncé ouvertement à l'opinion tant nationale qu'internationale son intention de modifier la constitution afin de briguer un troisième man²²dat et a même obtenu l'aval de l'assemblée nationale .

4.4 LA SITUATION AU BURUNDI

La cause principale de la crise politique qui se vit dans ce pays est la candidature de Pierre Nkurunziza pour briguer un 3ème mandat lors des élections présidentielles prochaines, pourtant invalide selon la constitution de 2003 en son article 96

Selon la chercheuse Katrin Wittig doctorante en sciences politiques à l'Université Montréal, les causes lointaines seraient dans l'insatisfaction populaire.

En discutant avec les manifestants : « ce n'est pas seulement la question du 3ème mandat qui revient, mais aussi beaucoup de frustration accumulée depuis les dix dernières années » affirme-t-elle. « Ils sont déçu d'un régime impliqué dans plusieurs scandales de corruption et dans des exécutions extrajudiciaires.

Les manifestations qu'on voit aujourd'hui sont les symboles de cette déception avec le pouvoir qui n'a pas mis en place les dividendes de la paix que la population espérait. Beaucoup de promesses ne se sont pas matérialisées.

Signalons que cette crise est la plus grave depuis la signature de l'accord d'Arusha en aout 2000, mettant fin à la guerre civile entre la majorité hutu et la minorité Tutsi ayant fait 300 000 morts.

Après un report, du 26 juin 2015 les élections ont finalement eu lieu le 21 juillet 2015. La commission électorale burundaise a annoncé le 24 juillet la victoire du chef de l'Etat sortant Pierre Nkurunziza, réélu dès le 1er tour avec 69,4% des voix, la présidentielle du 21 juillet a été boycottée par une large partie de l'opposition, qui estime que ce troisième mandat consécutif de Pierre Nkurunziza, déjà élu à la tête de l'Etat en 2005 et en 2010 est contraire à la constitution.

Cette élection controversée s'est tenue dans un climat extrêmement tendu après trois mois de grave crise politique depuis l'annonce en avril de la candidature du chef de l'Etat, le Burundi a connu une vague de contestation, marquée par une répression de plus en plus violente. Ces heurts ont fait plus de 80 morts et environ 150 000 réfugiés.

La communauté internationale a estimé que cette élection est non crédible, car le climat d'intimidation et de violences politiques, ainsi que l'absence de medias indépendants au Burundi, ne permettait pas la tenue d'élections crédibles. La crainte est de voir le Burundi entraîné dans la catastrophe.

²² La constitution du burundi issue de l'accord d'arusha de 2003 nouvellement édité en 2009

5 CONCLUSION

Notre étude a porté sur la limitation de mandats présidentiels et l'opinion publique en Afrique Centrale. Nous sommes parti du constat selon lequel plusieurs pays en Afrique, particulièrement en Afrique Centrale feront face à un avenir proche à la fin des mandats constitutionnels reconnus à des nombreux présidents.

Les agitations, les rumeurs, les tentatives de se maintenir au pouvoir en usant d'un changement ou d'une révision de la constitution fuguent de partout.

Nous avons posé une question centrale ; comment les fins de mandats remuent-elles l'opinion publique en Afrique Centrale ?

Nous avons estimé qu'actuellement nul ne peut s'en douter que les fins de mandats présidentiels créent des grandes agitations au sein de l'opinion publique en Afrique Centrale. Les acteurs politiques, ceux de la société civile, ainsi que les agitateurs utilisent la nouvelle technologie de l'information et de la communication : les médias, l'internet, le téléphone, les journaux et plusieurs autres moyens de faire passer l'information. La société civile en Afrique Centrale se construit et se consolide actuellement, elle joue un rôle capital dans la formation et l'encadrement de l'opinion publique ce qui peut expliquer les agitations des populations au sujet des fins de mandats présidentiels c'est entre autre la recherche à consolider la démocratie. Le problème de pauvreté non résolu jusque-là en Afrique malgré les promesses des tous ces présidents qui arrivent au pouvoir, fait que la population ne trouve pas satisfaction dans la mauvaise gouvernance.

Notre étude a été subdivisée en trois points d'analyse.

Le 1^{er} point, nous l'avons consacré à la définition des concepts opératoires entre autres la limitation de l'exercice du pouvoir, le mandat présidentiel et l'opinion publique. Ces concepts nous ont aidés de comprendre l'essence de la limitation de mandat présidentiel pour apporter le développement et la démocratie. Nous avons expliqué l'évolution de la démocratie en Afrique.

Le 2^{ème} point a porté sur l'opinion publique face aux mandats présidentiels en Afrique Centrale. Nous avons circonscrit la nature de pression qu'exerce l'opinion publique en Afrique Centrale sur les acteurs politiques. Nous avons étalé les problèmes de pauvreté, la soif de la démocratie qui influence l'opinion publique par la pression qui en découle sur la classe politique actuelle.

Enfin le 3^{ème} point de notre étude s'est préoccupé à la limitation des mandats présidentiels et les constitutions en Afrique. A cette étape, nous avons présenté les dispositions constitutionnelles des pays dont le fins de mandats présidentiels posent problème en suite nous avons présenté la réalité de l'organisation de la société civile sur terrain. Cette étape nous a permis d'analyser les contradictions et les possibilités de la satisfaction de réclamations de l'opinion publique.

Grace à internet et aux médias interactifs, les peuples africains sont maintenant en mesure de satisfaire leur nouvelle volonté de participer pleinement à leur environnement sociopolitique. Les nouvelles technologies permettent aujourd'hui aux peuples de juger objectivement ou non, les stratégies gouvernementales, à l'occurrence les respects des mandats constitutionnels. La propagation de la démocratie, joue aussi un rôle pivot dans la dynamique de responsabilisation des citoyens, et dans la constitution de la société civile et de groupes d'intérêt non étatique capables d'influencer les processus de prise de décision.

De tout ce qui précède, nous estimons que l'opinion publique est devenue un facteur clé, dont les Etats doivent désormais tenir compte. En Afrique contemporaine, l'opinion publique s'organise, se structure et se consolide.

Nous constatons une prise de conscience citoyenne appuyée par les leaders de la société civile : les ONG et les partis politiques pour tenter de trouver des solutions aux problèmes qui rongent la société en Afrique Centrale. S'inspirant même de mode d'action d'autres coins du monde pour arriver à faire entendre la voix du peuple. La société civile utilise aujourd'hui des moyens tels que : Envahir les rues avec les marches pacifiques et civiles, la désobéissance civile, la sensibilisation à travers des médias et réseaux sociaux. Ces stratégies nous les avons observées en Tunisie avec la révolution du Jasma qui a contré le pouvoir de Ben Ali, en Egypte une révolution civile pareille a inondé de monde sur la place publique au Caire, conséquence : la démission d'Hosni Moubarak ; la mobilisation « Y en Mare » au Sénégal pour empêcher le 3^{ème} mandat d'Abdoulaye Wade ; le Burkina Faso a vécu des vives soulèvements de la population qui occasionnent le départ de Blaise Kompaoré, le Burundi aussi a vécu des contestations et soulèvements contre le 3^{ème} mandat de Pierre Nkurinziza ; le Congo-Brazza, avec le référendum sur la nouvelle constitution qui paraît ouvrir la voie à un troisième mandat a connu des manifestations de contestations.

Ces Etats sont notamment confrontés à une pression croissante due au mécontentement de la population sur les questions sensibles telles celles de la pauvreté, de l'alternance démocratique, de l'environnement, des droits de l'homme, de l'immigration qui expliqueraient les agitations de l'heure. La communauté internationale exerce aussi une certaine pression aux gouvernements, leur demandant de respecter et réaliser les aspirations des peuples.

REFERENCES

- [1] Pahlavi P. Coll., *Traité des Relations Internationales : Diplomatie publique*, éd. Presses de Sciences Politiques, Paris 2013, p.387
- [2] Duverger M., *Institutions politiques et droit constitutionnel*, Thénis PUF, 14^{ème} édition, 1975
- [3] Langelier R., *L'influence de médias électroniques sur la formation de l'opinion publique*, Lex Electronica, Vol n°11, Printemps/Spring
- [4] Elgozy G., *L'esprit des mots ou l'anti dictionnaire*, 1981
- [5] Mabila P., Hanf Th et Schlee B., Coll, *la RDC: une démocratisation au bout du fusil*, éd. Fondation Konrod, Adenauer, Kinshasa, 2006.
- [6] Mulumbati NG., *Introduction à la science politique*, éd. Africa, Lubumbashi, 2009.
- [7] Mulumbati NG., *Les systèmes politiques africains*, éd. Africa, Lubumbashi, 1984.
- [8] Macleod A. et Dan O'Mears, *Théories des Relations Internationales, contestations et résistances*, éd. Athéna-CEPES, 2007
- [9] Ferranti D., Jacinto Justib, Ody. J.A., RAMSHAW G., *Pour une meilleure gouvernance, un nouveau cadre d'analyse et d'action*, éd. nouveau Horizons-ARS, Paris, 2014.
- [10] Biyoya M., *Comprendre les Relations Internationales ; les anciens et nouveaux paradigmes*, IPRIS, Kinshasa, 2015.
- [11] Prelot M. et Boulouis J., *Institutions politiques et droit constitutionnel, Précis*, Dalloz, 6^{ème} édition 1975
- [12] Smouts M.C, Battistella D., Vennesson P., *Dictionnaire des Relations Internationales*, Paris 2^{ème} édition, Dalloz, 2006.
- [13] Labalme N., *Partir en guerre. Décideurs et politiques face à l'opinion publique*, Paris, éd. Autrement, 2008.
- [14] Mbata A., « Mandats présidentiels et révisions constitutionnelles en Afrique : la RD Congo dans la perspective de l'échéance 2016, in PAMBAZUKA News. 2014
- [15] Ossebi R., « Sassou Nguesso Annonce le référendum sur la constitution, in Congo-Liberty. Juin 2015
- [16] Badie B., Interview accordé au journal de figaro, le 05 juillet 2012
- [17] Bourdie Pierre, « l'opinion publique mondiale n'existe pas » in les temps modernes, n°318, 1973
- [18] Vincent D., « l'opinion publique mondiale n'existe pas » in journal de la poux, n°471, 2001
- [19] Gwet Yann., « En finir avec le dogme de la limitation des mandats présidentiels en Afrique » in jeune Afrique du 16 juin 2015
- [20] *L'opinion publique internationale, dossier de la revue raison politique n°19, 2005*
- [21] Ti-Diak « Histoire : l'Afrique victime collatérale de la guerre froide » in TAMOUDRE ; Touaregs disponible en ligne sur <http://www.Tamoudre.froide/Touaregs/Territoire.org/html>.
- [22] Foucher V., « l'Afrique et la chute du mur : le déclassement stratégique et ses effets » in politique africaine. 2008
- [23] Guèye B., « Démocratie en Afrique : succès et résistances » in pouvoirs n°129, 2008
- [24] *La constitution de la République du Congo du 20 janvier 2002.*
- [25] *La constitution de la République du Burundi 2003*
- [26] *La constitution du Rwanda de juin 2003*
- [27] *La constitution de la République Démocratique du Congo du 18 février 2006*
- [28] *Statut de Rome portant création de la CPI (2002)*
- [29] *Rapport de l'Institut de sondage d'opinions en Afrique afro baromètre 2014*
- [30] *Code civile de la République de France, Version 2009.*

Tératome immature de l'ovaire et grossesse: A propos d'un cas

[Immature teratoma of the ovary and pregnancy: A case report]

Adil Chennana¹, Jaouad Kouach¹⁻², Driss Moussaoui¹⁻², and Mohammed Dehayni¹⁻²

¹Service de gynécologie obstétrique, HMIMV, Rabat, Maroc

²Faculté de médecine et de pharmacie, Université Mohamed V, Rabat, Maroc

Copyright © 2016 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: Composing of less than 1% of all ovarian cancers, immature teratoma is a malignancy that mainly affects the young. Immature teratoma of the ovary together with pregnancy is rare. To our knowledge, this association was rarely reported in the literature

The authors report the case of an immature teratoma found in the first trimester of pregnancy in a young primigravida. Through the analysis of this observation and data in the literature, they discuss the different aspects of this association.

KEYWORDS: Immature teratoma; pregnancy; Tumor markers; surgery; Chemotherapy.

RESUME: Le tératome immature de l'ovaire est une tumeur maligne qui constitue moins de 1 % des cancers ovariens. Elle touche préférentiellement les sujets jeunes. L'association à la grossesse est un fait rare. A notre connaissance, l'association tératome immature et grossesse n'a été rapportée que rarement dans la littérature

Les auteurs rapportent le cas d'un tératome immature découvert au premier trimestre de grossesse chez une jeune primigeste.

A travers l'analyse de cette observation et les données de la littérature, Ils discutent les différents aspects de cette association.

MOTS-CLEFS: Tératome immature ; Grossesse ; Marqueurs tumoraux ; Chirurgie ; Chimiothérapie.

1 INTRODUCTION

Le tératome immature est une tumeur germinale non séminomateuse qui a été décrite pour la première fois en 1960 par Thürlbeck et Scully [1]. Il s'agit d'une tumeur rare (1 % des cancers de l'ovaire). Leur classification en trois grades de malignité a été proposée initialement par Thürlbeck et Scully [1] et modifiée en 1976 par Norris et O'Connor [2] afin de mieux définir les indications thérapeutiques. Le pronostic reste quand même meilleur que celui des cancers épithéliaux de l'ovaire et reste dépendant du grade histologique, du stade et du caractère sécrétant de la tumeur. Sa découverte au cours de la grossesse est un fait encore plus rare. Peu de cas ont été rapportés dans la littérature.

2 OBSERVATION

Mme N.m, âgée de 26 ans, opérée il y a deux ans pour un kyste endométriosique gauche, consultait pour masse abdomino-pelvienne qui était perçue depuis 2 mois, augmentant progressivement de volume, associée à un amaigrissement chiffré à 9kg en 3 mois, dans un contexte d'aménorrhée de 6 semaines. L'examen général retrouvait une patiente en assez

bon état général, conjonctives légèrement décolorées, tachycarde, apyrétique, et normotendue à 11/60 mmHg. L'examen de l'abdomen retrouvait une masse abdomino-pelvienne légèrement sensible, mobile et rénitente, à deux travers de doigts au dessus de l'ombilic. Au speculum, le col était violacé dévié à gauche sans métrorragies. Le toucher vaginal combiné au palper abdominal retrouvait cette masse qui paraissait être indépendante de l'utérus. L'échographie endovaginale objectivait un sac ovulaire intra utérin tonique comportant une vésicule vitelline et un embryon avec une activité cardiaque positive dont la longueur cranio-caudale correspondait à 7SA. On notait également la présence d'une masse sus utérine solidokystique faisant 15/10 cm comportant des cloisons, bien vascularisé au doppler. Le diagnostic de tumeur ovarienne organique suspecte associé à la grossesse était évoqué. Les marqueurs tumoraux, CA125, alfa-foeto-protéine (AFP) et sous-unité β de l'hormone chorionique gonadotrophine (β -HCG) sont considérés comme non interprétables, du fait de la grossesse en cours. Une IRM pelvienne faite à 9SA montrait une masse solidokystique faisant 17 sur 15 cm au dépend de l'ovaire gauche sans atteinte digestive ni urinaire sans nodule péritonéaux et sans ascite associée à une grossesse intra-utérine (Figure1 et 2). Le bilan préopératoire objectivait une anémie hypochrome microcytaire à 7g/dl pour laquelle elle était transfusée de 4 culots globulaires avec une hémoglobine de contrôle à 10,6 g/dl. La patiente était programmée pour laparotomie exploratrice faite sous anesthésie générale à 11 SA. A l'exploration, il n'y avait pas d'ascite ni de nodule de carcinose péritonéale avec présence d'une volumineuse masse aux dépens de l'ovaire gauche faisant 18 /15 cm, polylobée avec néo vascularisation anarchique en surface sans effraction capsulaire, de consistance molle L'utérus était augmenté de taille et l'annexe droite était d'aspect normal. Le geste avait consisté en un prélèvement cytologique péritonéal avec une annexectomie gauche, lors de laquelle on a noté l'issue d'un liquide mucoïde verdâtre épais (figure3). Le reste de l'exploration de la cavité abdominopelvienne était sans particularité. L'utérus a été manipulé le minimum possible et une tocolyse par progestatifs retard a été administrer en post opératoire relayer par la voie orale. L'examen anatomopathologique a révélé un tératome immature de grade 2 associée à une tumeur vitelline (figure 4 et 5). La radiographie pulmonaire avec protection de l'abdomen et une échographie abdominale ont été réalisés et n'ont pas révélé d'anomalie.

Le problème qui se posait alors était la question de conserver la grossesse et si elle était conservée, quel serait le pronostique de cette grossesse ainsi que de la maladie.

Après une concertation multidisciplinaire entre obstétriciens, oncologues, la patiente et son époux, la décision était de conserver la grossesse et d'instaurer une chimiothérapie à base de 3 cycles de carboplatine plus etoposide. Une surveillance rapprochée de la grossesse était instaurée. L'évolution a été marquée par l'apparition de nodules péritonéaux découverts lors d'une IRM réalisée à 22 SA.

Par ailleurs aucune anomalie de croissance ni de morphologie n'a été retrouvée lors des contrôle échographique et le bilan prénatal était sans particularité. La grossesse a été menée jusqu'à 34 SA puis une césarienne a été pratiqué après maturation pulmonaire.

Lors de la césarienne, l'exploration a objectivé plusieurs nodules péritonéaux allant de 3 à 7 cm de grand axe dont quelques uns adhéraient au colon descendant et à l'intestin grêle. 20 nodules clivables ont été retiré (figure 6).

La césarienne a permis l'extraction d'un nouveau née de sexe féminin apgar 10/10 éme pesant 2000g sans malformation décelable, un suivi rapproché en service de pédiatrie a été instauré, et le post partum était sans particularité.

L'examen anatomopathologique des nodules péritonéaux est revenu en faveur d'un tératome mature avec une composante immature grade 2 (figure 7).

Après concertation pluridisciplinaire une chimiothérapie à base de 3 cycle BEP a été indiquée en vu de permettre une chirurgie radical.

une IRM de contrôle a objectivé une mauvaise réponse au traitement avec récidence de nodules allant de 1 à 30 cm dépendant du mésentère, grand épiploon, rate, angle colique gauche, colon droit, et grande courbure de l'estomac, ainsi que des nodules hépatiques dépendants de segments 4 et 7, et quelques nodule péritonéaux faisant évoquer une carcinose (figure 8)

Au final une chirurgie radicale a été réalisée, à savoir une hystérectomie avec annexectomie droite, une omentectomie, une appendicectomie, avec résection du quasi-totalité des nodules sans parvenir à faire l'exérèse des nodules hépatiques. Le résultat anatomopathologique est revenu cette fois en faveur d'un tératome mature avec extension epiploïque, mésentérique, et au versant séreux de l'utérus, de l'ovaire droit, et à la musculuse de la paroi grelique, de l'appendice, sans composante immature visible.

Un scanner de contrôle a été réalisé objectivant une régression de la masse péritonéale avec augmentation de la taille des lésions hépatiques de 19% par rapport au dernier examen.

La patiente fut adressée ensuite pour complément de traitement en service d'oncologie.

3 DISCUSSION

Le tératome immature est une tumeur maligne contenant une quantité variable de tissu embryonnaire immature, généralement du tissu neuro-ectodermique [2]. Il représente 3 % des tératomes, 1 % de tous les cancers ovariens et 20 % des tumeurs malignes de l'ovaire d'origine germinale [3,4]. Deux formes existent, les formes pures et les formes mixtes qui associent à différents degrés du tissu embryonnaire (immature) à du tissu mature. Il survient généralement au cours des deux premières décades de vie, touchant préférentiellement les sujets jeunes donc les femmes en âge de procréer. Tel est le cas de notre patiente. L'âge moyen est de 19 ans [5]. C'est une tumeur maligne composée de tissus dérivés des trois lignées cellulaires embryonnaires (le mésoderme, l'endoderme et l'ectoderme) : tissu neural, cartilage, mésenchyme, épithéliums divers présents, à des stades de maturation différents. Leur potentiel malin est directement dépendant du degré d'immaturité et de la présence de neuroectoderme. C'est la quantité de tissu neural immature (incluant les implants péritonéaux ou gliomatose péritonéale) qui permet d'établir une classification en trois grades de malignité croissante selon la classification de Norris. Leur classification en trois grades de malignité a été proposée initialement par Thurlbeck et Scully puis modifiée en 1976 par Norris et O'Connor pour mieux définir les indications thérapeutiques. Actuellement, cette classification tend à être simplifiée en bas et haut grade (Tableau 1).

C'est une tumeur généralement unilatérale, de grand taille, arrondie, uni ou polylobée et de composante mixte, liquide et solide [6]. Il peut exister une effraction de la capsule tumorale responsable d'une invasion locale sous la forme d'implants péritonéaux disséminés dans la cavité abdominale.

L'ovaire controlatéral présente un tératome mature dans 26 % des cas et un autre tératome immature dans 10 % des cas [6].

Le tératome immature se révèle généralement par une volumineuse masse abdominopelvienne d'évolution rapide associée à une augmentation du volume de l'abdomen et à une sensation de pesanteur pelvienne, tel est le cas dans notre observation. L'altération de l'état général est inconstante. Par ailleurs notre patiente, présentait un amaigrissement important.

Il peut également être découvert à l'occasion d'une complication liée au volume tumoral : torsion ou compression des organes de voisinage.

L'aspect échographique des tératomes immatures est peu spécifique l'aspect est celui d'une tumeur hétérogène mixte contenant une partie solide et liquide piquetée de calcifications éparées [7].

Les images en tomodensitométrie et résonance magnétique sont plus caractéristiques. Elles mettent en évidence une large tumeur irrégulière d'aspect mixte [8]. Ces examens ne permettent cependant pas de préjuger du grade histologique. Le diagnostic différentiel peut être difficile à faire avec le tératome mature solide qui est une tumeur bénigne correspondant au grade 0 des tératomes immatures [7,8].

L'évolution initiale des tératomes immatures est marquée par une croissance tumorale très rapide. L'extension est ensuite principalement locorégionale, responsable d'une invasion péritonéale, nécessitant une brèche capsulaire. Les lésions secondaires des tératomes immatures sont décrites sous la forme de granulations superficielles, fermes et de couleur grisâtre ou jaunâtre que l'on peut retrouver sur l'ensemble du péritoine abdominopelvien, parfois sur le grand épiploon ou d'autres organes comme le foie. Ces métastases sont généralement sous une forme immature mais on a décrit dans la littérature une possibilité de maturation de ces lésions secondaires (grade 0) qui varie de 4 à 13 % selon les auteurs [9]. Ce sont Robboy et Scully qui ont décrit les premiers cas en 1970 [10]. La maturation des tératomes immatures semblerait être une propriété intrinsèque de ce type de tumeur, démontrée expérimentalement, l'extension péritonéale se faisant par l'intermédiaire d'une brèche capsulaire avec maturation secondaire in situ. D'autres auteurs ont évoqué la possibilité d'une maturation par l'intermédiaire des agents de chimiothérapie, raison pour laquelle elle n'est généralement mise en évidence qu'après une chirurgie de second regard post chimiothérapie [9,10]. chez notre patiente il y a eu une maturation partielle après une première chimiothérapie reçue pendant la grossesse puis une maturation complète après une deuxième chimiothérapie reçue en post partum. Jumeau et al ont rapporté un cas de tératome immature de l'ovaire avec métastases hépatiques devenus matures après chimiothérapie adjuvante évoluant vers un adénocarcinome 12 ans plus tard [11].

Le pronostic de ce cancer dépend plus du stade initial et du grade histologique que de la coexistence de la grossesse. La survie à 2 ans pour le grade 1, grade 2 et grade 3 est de respectivement 83 %, 50 % et 33 %. L'alphafoetoprotéine peut être augmentée dans 18 à 45 % des cas. Un taux sérique supérieur à 400 ng est considéré comme un facteur de risque d'évolution

péjorative [12] le dosage du reste des marqueurs tumoraux notamment CA 125 demeurent insignifiant au cours de la grossesse.

La découverte au cours de la grossesse est assez inhabituelle et est parfois décrite dans la littérature comme ayant un pronostic plus sombre. En effet, les quelques cas décrits rapportent des évolutions tumorales rapides et fatales en quelques mois [13]. Néanmoins, l'influence hormonale péjorative de la grossesse sur le développement de ce type de tumeur n'est pas documentée.

Pour les tumeurs suspectes, certains auteurs préconisent la coelioscopie jusqu'à 16 semaines d'aménorrhée [14], en privilégiant les open-coelioscopies. Cette voie n'est pas toujours réalisable en raison de la taille de la tumeur.

Au-delà de 16 semaines d'aménorrhée, la laparotomie exploratrice est de mise [15]. Après confirmation anatomopathologique on complètera le traitement carcinologique : On réalisera en cas de traitement conservateur une annexectomie unilatérale avec une stadification chirurgicale. Elle comporte une cytologie péritonéale, une inspection minutieuse de la cavité abdominopelvienne avec biopsie de toutes les lésions suspectes, une omentectomie et un curage ganglionnaire pelvien et lomboaortique. Le traitement conservateur se justifie moins chez une femme qui a déjà un enfant ou plus. En cas de stade IA de bas grade avec composante non sécrétante, le traitement conservateur peut suffire et on peut ne pas avoir recours à la chimiothérapie. Pour les tumeurs de haut grade et surtout celles sécrétant l' α FP la chimiothérapie peut être associée. La stadification peropératoire ou la re-stadification peut conduire à un traitement plus radical pendant ou après la grossesse en cas de stade plus avancé.

Certaines études récentes ont montré qu'une chimiothérapie pergravidique peut être administrée sans effet délétère sur le fœtus [16]. le cas d'une patiente présentant un tératome immature de l'ovaire stade IIIc à 29 semaines d'aménorrhée qui a eu initialement un traitement conservateur suivi de deux cycles de chimiothérapie à base de Bléomycine, Etoposide et Cisplatine. La patiente n'a pas eu de récurrences tumorales et ceci avec un recul de 1 an et demi. Sa grossesse a été menée à terme et a permis la naissance d'un enfant sans malformations mineures ou majeures et dont le développement psychomoteur est normal à 1 an et demi.

Dans notre observation la patiente a reçu au cours de la grossesse 3 cures de chimiothérapie à base de bleomycine et etoposide puis en post partum 3 cures selon le protocole BEP (Bléomycine, Etoposide, Cisplatine) sans grand effet sur la progression de la tumeur, par ailleurs le morphotype histologique a été modifié passant d'un tératome immature à un tératome mature, constaté après le traitement chirurgical radical.

Une troisième ligne de chimiothérapie sera discutée après ce traitement radical.

Le développement de la chimiothérapie au cours du traitement des tumeurs germinales de l'ovaire a manifestement amélioré le pronostic de celles-ci.

Plusieurs combinaisons de chimiothérapie pour le traitement des tumeurs germinales ont été développées à partir d'études concernant les carcinomes testiculaires, tumeurs 10 fois plus fréquentes [17].

La combinaison PVB (Cisplatine, Vinblastine, Bléomycine) s'est avérée être plus active et plus efficace que la combinaison VAC (Vincristine, Actinomycine D, Cyclophosphamide). Il est à noter que la substitution de la Vinblastine par l'Etoposide donne les mêmes résultats pour moins d'effets toxiques [17].

L'association BEP (Bléomycine, Etoposide, Cisplatine) constitue la combinaison de chimiothérapie la plus utilisée actuellement en matière de tératome immature [18]. Le taux de survie global pour les patientes traitées par chimiothérapie à base de Cisplatine varie de 87 à 98 % [18].

4 CONCLUSION

La possibilité d'une tumeur maligne de l'ovaire en cours de grossesse, bien qu'exceptionnelle, doit rester à l'esprit devant une masse annexielle qui n'a pas tous les critères radiologiques de bénignité. Le dosage des marqueurs étant de peu d'utilité dans le contexte gestationnel, une prise en charge chirurgicale doit être rapidement envisagée. La réalisation d'une annexectomie unilatérale ainsi qu'un bilan lésionnel précis sont toujours le premier temps pour permettre un diagnostic histologique et une stadification précise. Chaque fois que possible, ce qui est presque toujours le cas dans les tumeurs germinales, un traitement conservateur est privilégié. À partir du 2^e trimestre de la grossesse, la réalisation d'une chimiothérapie est généralement possible sans risque majeur pour l'enfant.

DECLARATION D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

REFERENCES

- [1] Thurlbeck WM, Scully RE. Solid teratoma of the ovary. A clinicopathological analysis of 9 cases. *Cancer* 1960; 13 : 804–11.
- [2] Norris JH, O'Connor MD. "Pathology of malignant germ cell tumors of the ovary". second edition. In: Coppleson M, editor. "Gynaecologic oncology". Hong Kong: Longman Group (FE) Ltd; 1992.
- [3] Quirk J, Natarajan. Ovarian cancer incidence in the United States, 1992–1999 *NGynecologic Oncology* 2005; 97: 519-23.
- [4] World Health Organization Classification of Tumours (2003). Pathology and genetics of tumours of the breast and female genital organs.
- [5] Mourali M, Ben Haj Hassine A, El Fekih C, Essoussi-Chikhaoui J, Binous N, Ben Zineb N, Ayadi M, Mezni F. Immature teratoma of the ovary and pregnancy. *Tunis Med* 2010; 88:507-12.
- [6] Noun M, Ennachit M, Boufettal H, Elmouatacim K, Samouh N. The ovarian immature teratoma with gliomatosis peritonei. *J Gynecol Obstet Biol Reprod.* 2007; 36 :595-601.
- [7] Yamaoka T, Togashi K, Koyama T, Fujiwara T, Higuchi T, Iwasa Y, et al. Immature teratoma of the ovary: correlation of MR imaging and pathologic findings. *Eur Radiol* 2003;13:313-9.
- [8] Damarey B, Farine M, Vinatier D, Collinet P, Lucot J, Kerdraon O, Poncelet E. Mature and immature ovarian teratomas: US, CT and MR imaging features. *J Radiol.* 2010; 91:27-36.
- [9] Le Goarant de Tromelin J¹, Deruelle P, Lucot JP, Collinet P, Cosson M, Vinatier D. Strategy for management of ovarian immature teratoma. About three cases and review. *Gynecol Obstet Fertil.* 2005;33:594-9.
- [10] Robboy SJ, Scully RE. Ovarian teratoma with glial implants on the peritoneum. An analysis of 12 cases. *Hum. Pathol.* 1970;1:643-53.
- [11] Jumean HG, Komorowski R, Mahvi D, Anderson T. Immature teratoma of the ovary: an unusual case. *Gynecol. Oncol.* 1992;46:111-4
- [12] Li H, Hong W, Zhang R, Wu L, Liu L, Zhang W. Retrospective analysis of 67 consecutive cases of pure ovarian immature teratoma. *Chin. Med. J. (Engl.)* 2002;115:1496-500.
- [13] Cushing B, Giller R, Ablin A, Cohen L, Cullen J, Hawkins E, et al. Surgical resection alone is effective treatment for ovarian immature teratoma in children and adolescents: a report of the pediatric oncology group and the children's cancer group. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1999;181:353–8.
- [14] Lenglet Y, Roman H, Rabishong B, Bourdel N. Traitement coelioscopique des kystes de l'ovaire au cours de la grossesse. *Gynecol Obstet Fertil.* 2006;34:101-6.
- [15] Canis M, Botchorishvili R, Manhes H, Wattiez A, Mage G, Pouly JL, et al. Management of adnexal masses: role and risk of laparoscopy. *Semin Surg Oncol* 2000; 19 : 28–35.
- [16] Christman J, Teng N, Lebovic G. Delivery of a normal infant following cisplatin, vinblastine, and bleomycin (PVB) chemotherapy for malignant teratoma of the ovary during pregnancy. *Gynecol Oncol* 1990; 37: 292-5.
- [17] Williams S, Blessing JA, Liao SY, Ball H, Hanjani P. Adjuvant therapy of ovarian germ cell tumors with cisplatin, etoposide, and bleomycin: A trial of the Gynecologic Oncology Group. *J Clin Oncol* 1994; 12: 701-6.
- [18] Gershenson DM, Morris M, Cangir A, Kavanagh JJ, Stringer CA, Edwards CL. Treatment of malignant germ cell tumors of the ovary with bleomycin, etoposide, and cisplatin. *J Clin Oncol* 1990; 8: 715–20.

ANNEXES



Figure 1 : IRM pelvienne coupe sagittale montrant une grosse masse ovarienne solidokystique



Figure 2 : IRM pelvienne coupe sagittale montrant une grosse masse ovarienne solidokystique

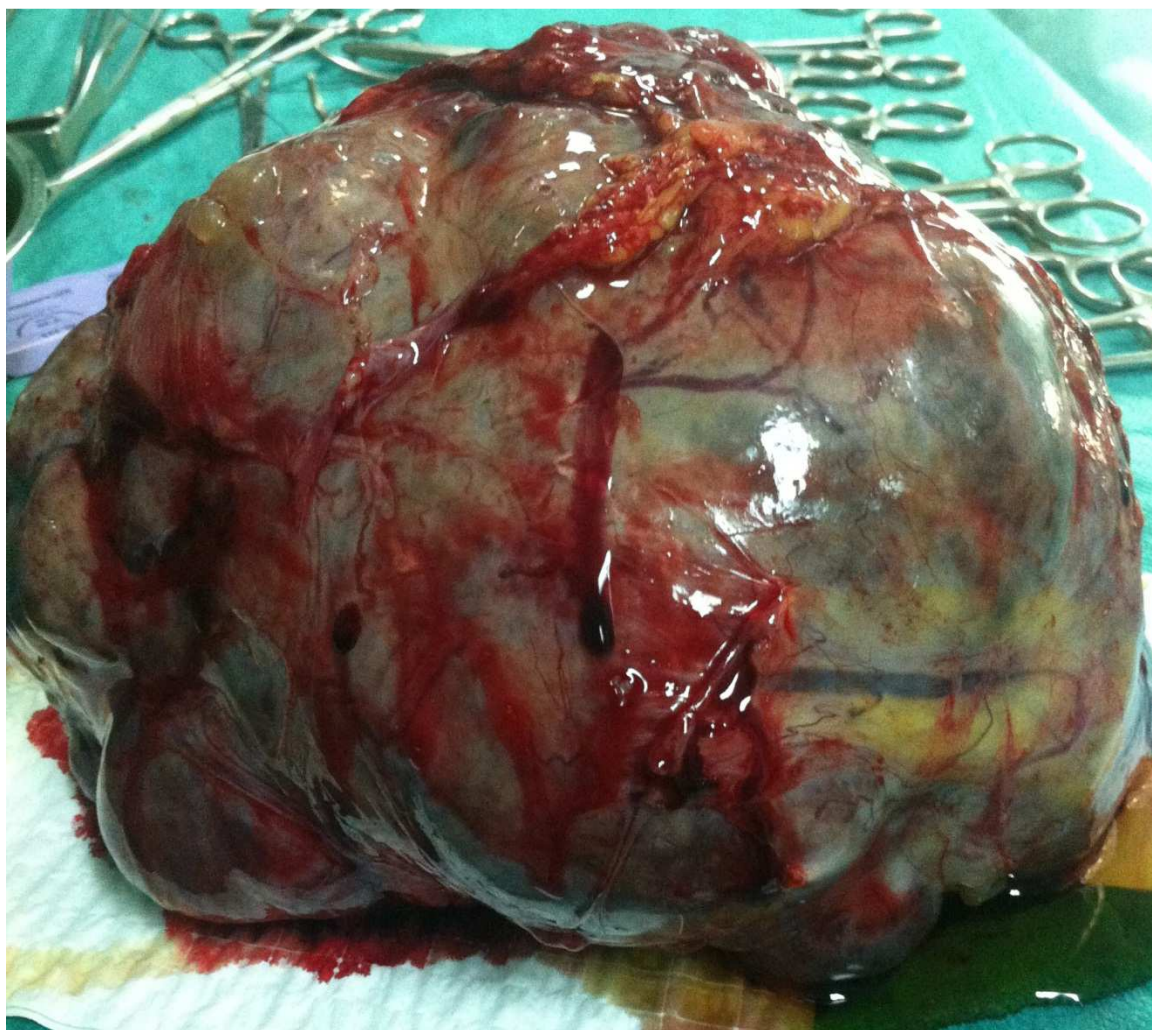


Figure 3 : Pièce d'annexectomie gauche

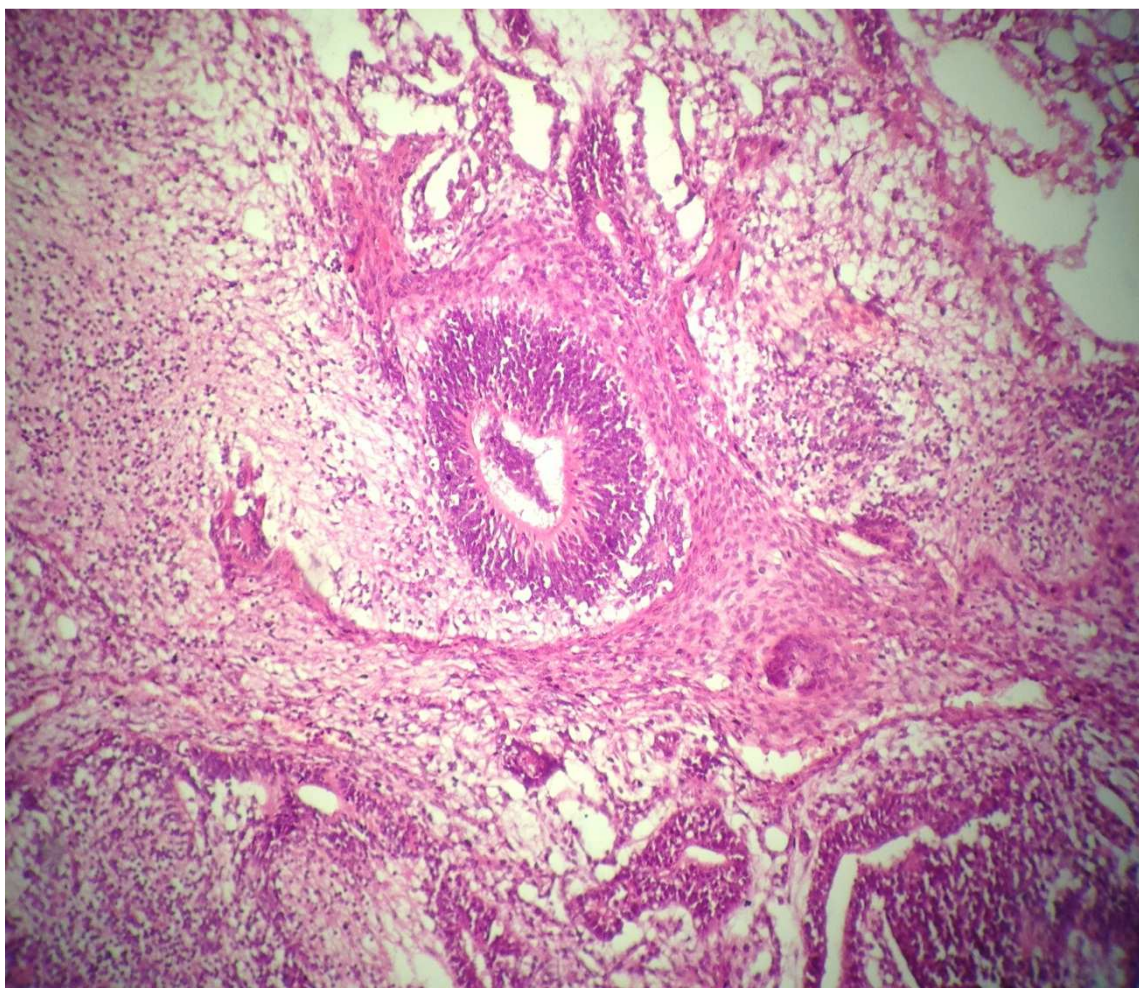


Figure 4 : Coloration HE GX20 montrant la présence de tissus immatures de nature neuroépithéliale

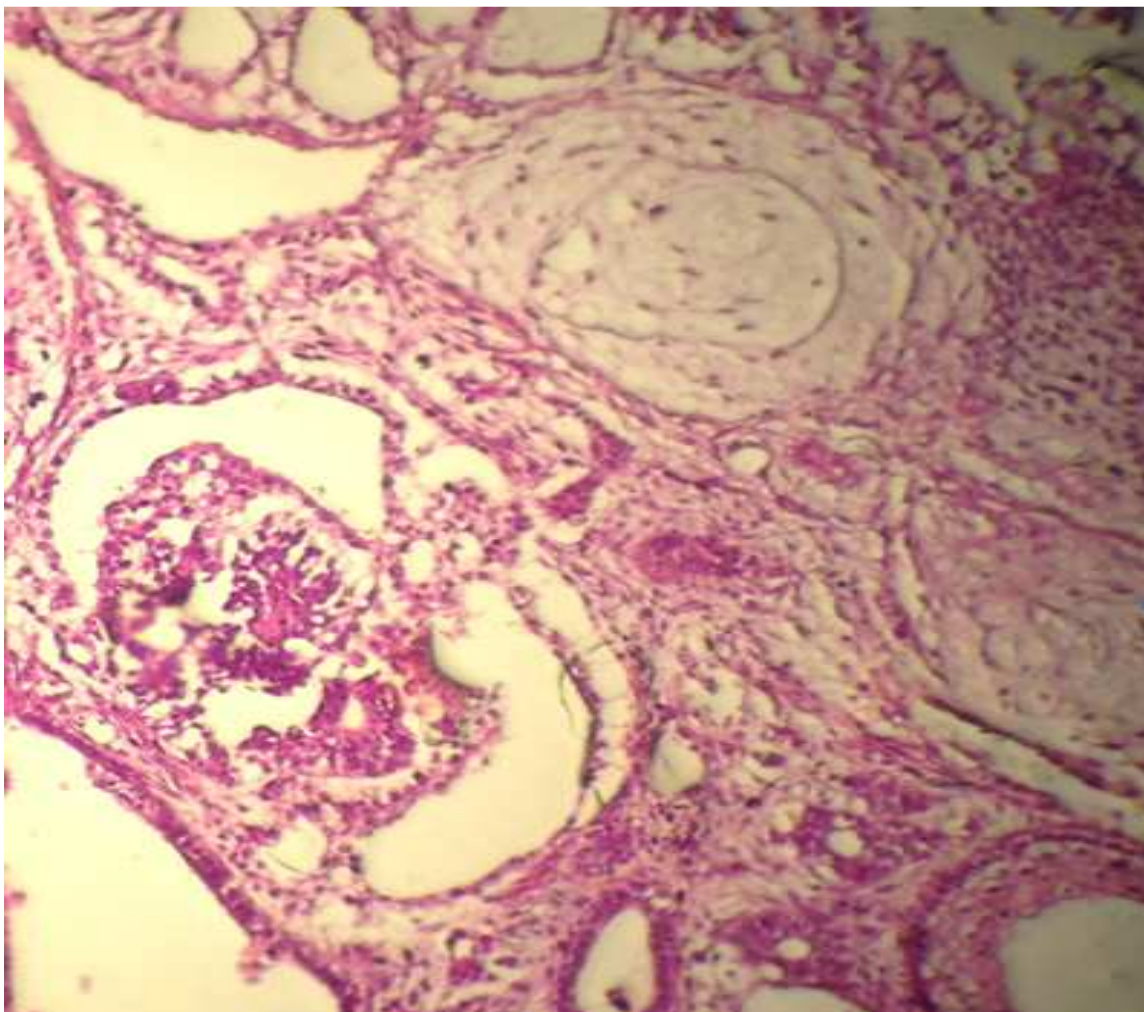


Figure 5 : Coloration HE GX20 tumeur vitelline associée sous forme de structures épithéliales papillaires



Figure 6 : nodules intra péritonéaux

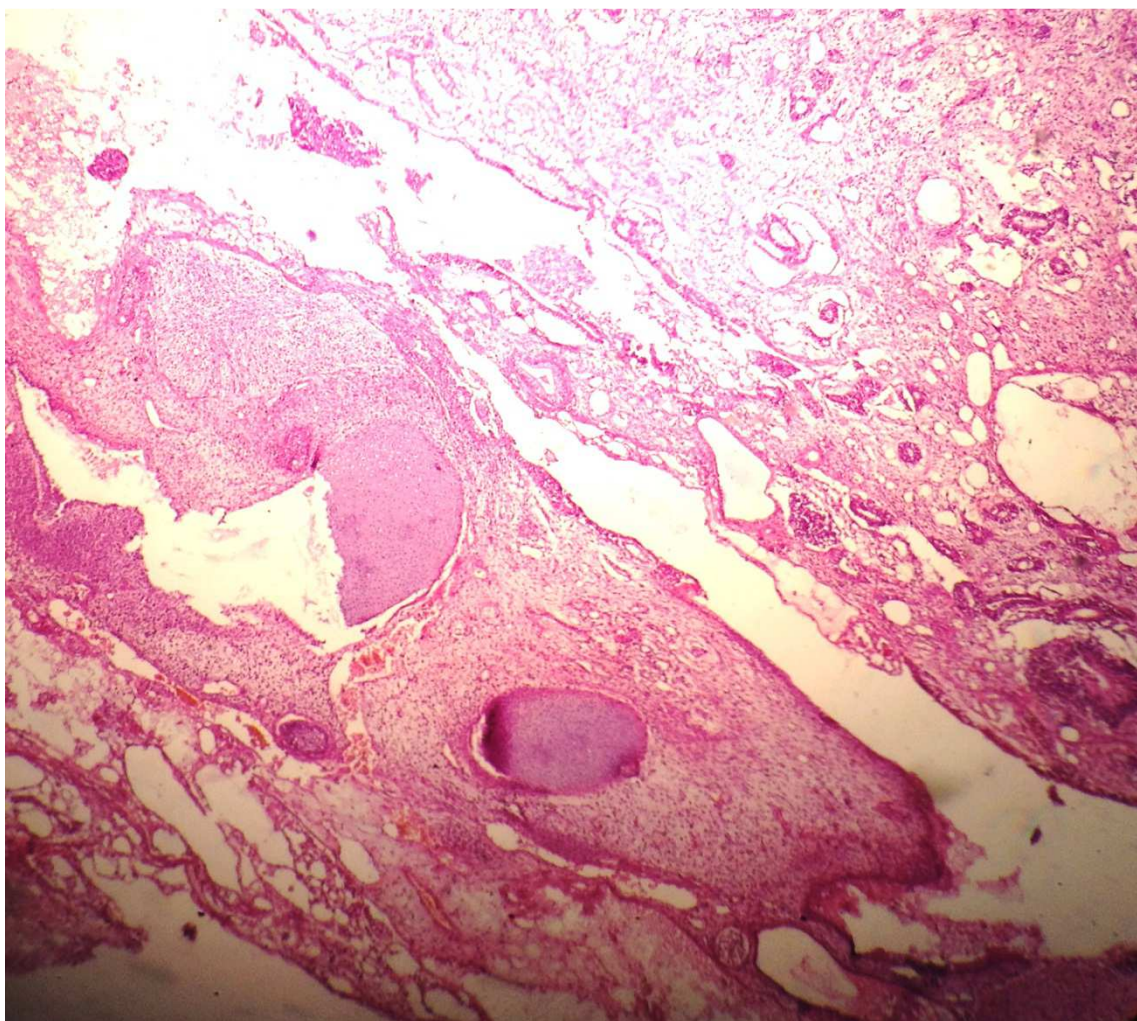


Figure 7 : coloration HE GX20 montrant l'aspect d'un tératome avec des tissus matures (cartilage, etc)

LAS COMPETENCIAS EN TIC Y LA CALIDAD EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: CASO UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

[THE ICT SKILLS AND THE QUALITY OF EDUCATION IN HIGHER EDUCATION: CASE UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]

Juan Sánchez Holguín¹, Juan Pedro Febles Rodríguez², and Dunia Colomé³

¹Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

²Departamento Postgrado, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba

³Decana Facultad 4, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba

Copyright © 2016 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 authors of the article focus their attention to the role played by competition in ICT management, professors and students of the University in achieving best quality indicators. Using research methods: documentary analysis, interviews with experts and group techniques, it is performed a tour programs and projections of universities in Latin American countries: Mexico, Argentina, Chile and Colombia. It deepens particularly Malbernat works and other authors who provide a general guideline and carry out an in-depth study of the subject and its application in different universities. At the same time are evaluated several educational technologies most commonly used today; integrating the results of both analyses, is a proposal for how strengthen competition in ICT for influencing the indicators of quality of the University of Guayaquil, to influence of forms positive outcomes of institutional accreditation.

KEYWORDS: Technology education, e-learning, data mining, ICT skills.

1 INTRODUCCIÓN

La Universidad de Guayaquil es una institución de educación superior con más de 146 años de existencia. Su trayectoria histórica es conocida en el Ecuador al ser la pionera en varios campos de desarrollo a inicios del Siglo XX. Pero en un periodo de tiempo al final de dicho siglo, esta institución permaneció relegada del desarrollo tecnológico, especialmente en el campo educativo. Por lo cual, a esta universidad se le consideraba una institución educativa tradicionalista donde la clase magistral, el pizarrón y la tiza predominaban a inicios del Siglo XXI.

En la primera década del Siglo XXI, la Universidad de Guayaquil comienza a experimentar cambios sustanciales bajo la dirección de su Rector Dr. León Roldos Aguilera. Nuevamente la Universidad de Guayaquil pugna por estar en un nivel de calidad, pero ante los "Procesos de Acreditación" iniciados en el año 2010 por parte del Gobierno Nacional, la categorización obtenida es D, incluso se produce el cierre de 46 extensiones universitarias de dicha universidad.

Para mejorar los resultados académicos, se elaboró un amplio plan de acciones para la mejora que incluye un esquema e-learning complementario a las clases recibidas por los estudiantes para fortalecer los conocimientos adquiridos en el aula de clases. Para introducir a la institución en esta modalidad educativa es necesario un estudio de buenas prácticas, sobre todo de universidades de América Latina para adaptarlas a realidad del Ecuador

2 DESARROLLO

La Universidad de Guayaquil está en un momento crucial de su trayectoria histórica por lo cual todos quienes formamos parte de ella debemos apoyar en el proceso de categorización. Como parte de ese apoyo surge el presente estudio destinado a demostrar que una universidad considerada tradicionalista si puede empezar a usar tecnologías educativas para mejorar su desempeño académico.

Cabe mencionar que el uso de tecnología en la educación no es nuevo pero en la Universidad de Guayaquil, recién se comienzan a dar los primeros pasos institucionales siguiendo el ejemplo de otras universidades locales e internacionales. En este punto los autores toman en consideración lo planteado en la referencia [1] “Como ocurrió en el pasado, la aparición de alternativas de educación radicalmente nuevas probablemente ejercerá una irresistible presión transformadora sobre el sistema anterior”

2.1 ANTECEDENTES EN AMÉRICA LATINA.

Las universidades a nivel mundial están en un proceso de estandarización y acreditación por cuanto hay desigualdades entre los diferentes programas de estudio de las Universidades a nivel mundial.

Los autores del presente trabajo presentan a continuación estudios realizados por diferentes investigadores en el campo de la educación superior, especialmente en especialidades de ingeniería. Se han analizado documentos debidamente referenciados y actualizados, donde se verifica la situación de la educación superior en algunos países de América Latina. Los criterios de selección de los países mencionados en el presente trabajo son entre otros: avance de educación a distancia, diversidad de etnias, manejo de la educación superior y similitud con las características del Ecuador. Resulta revelador el tratamiento que varios investigadores ofrecen a las competencias en TIC para obtener buenos indicadores de calidad.

2.1.1 MÉXICO: EDUCACIÓN TECNOLÓGICA Y ENSEÑANZA A DISTANCIA.

Varias universidades mexicanas dedican tiempo y recursos a investigaciones dirigidas a la utilización de la tecnología y a la preparación de los docentes para su uso eficiente, elevando su nivel de competencia. En este sentido y asociado a la investigación que los autores desarrollan, han centrado su atención en algunas alternativas de solución que se están implementando en regiones de México asociadas con la educación a distancia empleando herramientas tecnológicas basadas en e-learning. Una de las instituciones pioneras en este campo es el Tecnológico de Monterrey, el cual desde Abril del 2012 ha pasado a formar parte de la red de universidades que interactúan con herramientas tipo MOOC desarrolladas por la empresa COURSERA¹ líder en el tema de educación blended. [2], [3]

La exitosa iniciativa del Tecnológico de Monterrey es solo el inicio de un camino por el cual pudieran transitar las universidades Latinoamericanas en los próximos años y constituye una de las referencias a tener en cuenta por la Universidad de Guayaquil.

2.1.2 ARGENTINA: PROBLEMAS DETECTADOS

Luego de un proceso de evaluación desarrollado hace unos pocos años, el CONEAU² que es la entidad del gobierno argentino encargada de las políticas de evaluación y acreditación en dicho país, logra detectar algunas inconsistencias por medio de la evaluación. Según la referencia [4] algunos de los problemas detectados son falta de docente con formación doctoral, bajo rendimiento de los estudiantes (comunicación oral y escrita e insuficientes conocimientos de idioma inglés e informática). Sistemas de ingreso poco selectivos, la deserción es muy grande, equipamiento de laboratorios es obsoleto o insuficiente y las bibliotecas no son completas ni actualizadas.

En la referencia [4] se indica varios de los problemas mencionados derivan de “...la excesiva cantidad de carreras de ingeniería existente”.

¹ <https://www.coursera.org/>

² www.coneau.gov.ar

Para Lucia Rosario Malbernat es necesario capacitar a los docentes en temas relacionados con el aprendizaje virtual, para lo cual propuso en el año 2012 un esquema basado en las buenas prácticas de otra universidad. Todo esto está enmarcado en un proceso de “alfabetización digital” para que los docentes, de una mejor manera, puedan iniciar el uso de actividades online en las diferentes tareas académicas enviadas a sus estudiantes. [5], [6], [7]

2.1.3 CHILE: MEJORAS EN EL MODELO DE ENSEÑANZA

Examinando los criterios de Sergio Urzúa [8] quien realiza un análisis económico que demuestra que la tasa de graduados cuyos padres tuvieron algún tipo de educación superior, es mayor a los graduados de padres sin formación de tercer nivel. En la referencia [9] se plantean incongruencias en temas relacionados con el ranking y la educación superior expresa basado en las notas obtenidas se puede predecir un futuro desempeño académico pero el principio de equidad es aplicado solo a quienes tienen buenas notas y llega a la conclusión de “...su empleo parece más bien responder a un principio político y no técnico”. [9]

El uso de las TIC es una política gubernamental (SIMCE y Red ENLACES) desde finales de la última década del siglo pasado según la referencia 10 se plantea la existencia de “... una demanda de educación superior muy distinta...”. De ahí que en 2011 se desarrolló la prueba SIMCE TIC como parte de la verificación de nuevas competencias en el alumnado. Se puede apreciar la necesidad de preparar a los Docentes para alcanzar las metas propuestas por estos planes gubernamentales. La siguiente gráfica está tomada del informe “Desarrollo de habilidades digitales para el Siglo XXI en Chile” [11]



Figura 1. Habilidades medidas por el SIMCE TIC.

Fuente: Ministerio de Educación. Santiago, Chile

De la gráfica anterior se puede apreciar las principales competencias a desarrollar en los estudiantes y por ende las que deben tener los docentes. Para la Universidad de Guayaquil, lograr competencias en TIC en los docentes resulta vital para obtener mejores resultados educativos tal como está sucediendo en Chile.

2.1.4 COLOMBIA: INCONSISTENCIAS Y EVALUACIONES

Según la opinión de la referencia [12], Colombia vive una época de transición en la cual se han perdido parte de los valores formativos esenciales tanto en la parte pública como en parte privada.

Un nuevo factor aparece en este análisis, el cual a criterio de los autores del presente trabajo es importante analizar. Ese factor tiene que ver con la deserción en la educación superior en Colombia, la cual es considerada como deserción individual si la persona sale totalmente del ámbito educativo. Si hay cambio de Universidad eso es llamado “movilidad”.

Existe una política estatal de “LINEAMIENTOS EN TIC” [13], la cual forma parte de un plan de desarrollo decenal (2006 a 2016), en dicho programa se dan las directrices para la implementación exitosa del uso de TIC en la educación. Lo anterior se complementa con el programa de uso de nuevas tecnologías para el desarrollo de competencias, proyecto estratégico para la competitividad (liderado por el Ministerio de Educación Nacional). La estrategia del programa está fundamentada en esquemas colaborativos, de redes y alianzas estratégicas que se deben dar en diferentes niveles, y cada uno de estos son cruciales en el proceso de apropiación social del conocimiento. Como parte de dicha política se produce la participación de Colombia en la RedCLARA³ con un programa⁴ que incluye líneas de acción bien definidas las cuales se resumen en la siguiente tabla

Tabla 1. Líneas de acción Programa Colombia aprende

Línea de acción	Descripción
Infraestructura tecnológica de calidad	Dotación de computadores (programa "Computadores para Educar") Conectividad a las instituciones educativas articulada a las acciones del Programa Compartel Mantenimiento y licenciamiento de software
Desarrollo de contenidos de calidad	Compartir herramientas, contenidos y servicios para la generación de conocimiento en la comunidad educativa del país, para seis públicos específicos de la comunidad educativa de educación preescolar, básica y media y superior. (Portal Educativo Colombia Aprende)
Uso y apropiación de las tecnologías en la educación	Se realizan esfuerzos para implementar modelos de Desarrollo Profesional Docente que permiten brindar formación, soporte y acompañamiento de docentes y directivos en el uso de nuevas tecnologías Definir estándares de calidad para los programas académicos apoyados en el uso de TIC Propiciar redes y comunidades de aprendizaje Evaluar los resultados e impactos de la política.

Para la Universidad de Guayaquil resulta vital revisar estas líneas de acción y aplicarlas en su realidad institucional. Lo anterior es una prueba de que en el camino a seguir la tecnología juega un factor importante en el Siglo XXI.

2.1.5 ECUADOR: SISTEMA EDUCATIVO EN CRISIS

En el caso de Ecuador encontraremos similitudes en muchos de los contextos ya analizados, por ejemplo la diferencia cognitiva de los estudiantes que terminan la secundaria y se preparan a ingresar a la universidad. A eso debemos sumarle el caso de aquellas personas que no pueden continuar sus estudios universitarios por la necesidad de trabajar para ser una ayuda en su hogar o aquellas personas que deben escoger, una vez iniciados sus estudios universitarios, si continuarlos o dedicarse solo al trabajo remunerado para mantener a sus familias.

Ecuador viene de pasar, al igual que el resto de Latinoamérica, la crisis de la deuda externa en la década de los 80 lo cual generó importantes afectaciones a los programas de gobierno en muchos países de la región. A eso hay que sumarle los efectos negativos de la Guerra del Cenepa (entre Ecuador y Perú en 1995), la crisis financiera de 1999 y la inestabilidad de los gobiernos que culminaron con el derrocamiento de tres presidentes entre 1996 y 2006, hasta la llegada al poder del Eco.

³ RedCLARA es una organización internacional sin fines de lucro, y una red avanzada; es una red humana y una red física.
<http://www.redclara.net/index.php/somos/faq-s>

⁴ <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-102549.html>

Rafael Correa, quién le ha dado al país un período de estabilidad que ha permitido el desarrollo de los procesos de Evaluación y Acreditación iniciados con paso firme en el año 2010.

Este proceso de evaluación no es perfecto pero es perfectible. No se trata solo de catalogar las entidades educativas, sino como indica la referencia [14] dar inicio a “...una nueva época en donde la calidad y los criterios técnicos y académicos priman sobre las influencias políticas y el mercantilismo en la educación superior.”

Basado en la revisión de diferentes autores y documentos, sumada a la experiencia docente de los autores, en la figura 2 se presenta un análisis causa efecto de la situación actual de los bajos indicadores académicos en la Universidad de Guayaquil. En este diagrama se debe prestar atención a los Docentes por cuanto son ellos los encargados del éxito de la implementación de las políticas en el uso de TIC.

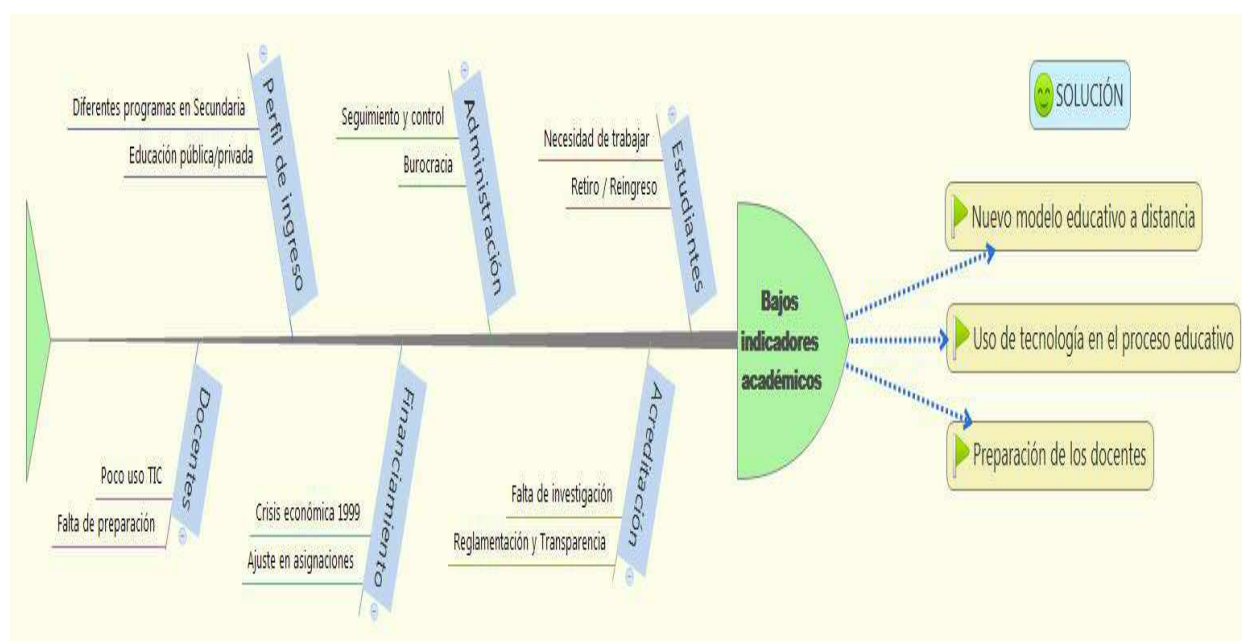


Figura 2. Diagrama causa - efecto

2.2 USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LOS PROCESOS EDUCATIVOS

No es objeto principal del presente estudio, pero los autores consideran necesario revisar brevemente algunos desarrollos relacionados con el campo de estudio que nos interesa para el presente artículo. No hay que perder de vista el hecho de que estas herramientas son un complemento para la educación presencial y no la sustitución de la misma.

- **Competencias en TIC:** Si bien es cierto hay una tendencia mundial a hablar de competencias y de la educación basada en competencias, es importante destacar la necesidad de partir con la definición de competencias en TIC, ya que esta es una competencia básica para el desempeño de la función docente. Desde ese punto de vista, el profesor es influenciado por el uso de las TIC, nuevas metodologías interactivas y una innovación continua de los procesos de enseñanza – aprendizaje. Según la referencia [15], es necesario que los docentes sepan hacer”... en relación con el uso de las tecnologías para la docencia como el manejo de los procesos de diseño y planificación de actividades formativas apoyadas en el uso de las TIC así como de recursos didácticos”.
- **E-learning:** Son un complemento del proceso enseñanza-aprendizaje pero aún no reemplazan totalmente al método tradicional presencial, esto es, las herramientas mencionadas no se limitan al proceso de proveer acceso a grandes volúmenes de información, más bien se busca hacer posible la mejor gestión de la información en procura de construir un conocimiento y lograr de esta manera, mejorar la toma de decisiones significativas en diferentes contextos. Si son diferentes contextos analizados nace el “Blended Learning” o b-learning.[16]
- **Recursos Educativos Abiertos (REA):** En la referencia [17] se menciona a UNESCO (2002) propone que “... el acceso universal a la educación de gran calidad es esencial para la construcción de la paz, el desarrollo sostenible de la sociedad y la economía y el diálogo intercultural.” Esto será revalidado posteriormente en el Congreso Mundial de Recursos Educativos Abiertos (París, junio 2012) y actualmente se considera además del uso de REA (materiales con licenciamiento

abierto), la selección del material en diferentes repositorios mediante conectores (catálogos de REA), distribución y comunicación de prácticas educativas en diferentes entornos (académicos, entidades públicas y privadas).

- **Herramientas de Autor y Objetos de Aprendizaje (OA):** Los documentos digitales que estaremos usando en los REA de manera general se los denomina Objetos de Aprendizaje (OA). Para generar un OA se requiere el uso de aplicaciones especiales denominadas Herramientas de Autor. Un punto importante es la preparación del docente para este tipo de actividad, ya que no se trata de solamente colocar el curso en la web, además se debe analizar minuciosamente el contenido y objetivos del curso ya que no en todas las asignaturas o especialidades se puede aplicar a la perfección este tipo de herramienta.[18]
- **Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA):** Se los definido como bibliotecas digitales especializadas, orientados a facilitar la búsqueda y recuperación de los OAs, de manera que puedan ser utilizados en diversos ambientes de e-learning. Es posible considerar los ROA como una aplicación especial de los REA. Lo importante de esta aplicación es el hecho de poder manejar los diferentes OA y poder llevar una estadística del usuario.[19]
- **Sistemas para la Gestión del Aprendizaje:** Conocido por sus siglas en inglés como LMS, son plataformas facilitadoras del desarrollo de los procesos e-learning y donde se emplean OA como parte de los recursos virtuales para el desarrollo de los cursos. Uno de los más conocidos y difundidos en el Moodle
- **SCORM:** Son las iniciales en inglés de Sharable Content Object Reference Model (Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables), es una normativa la cual busca que los OA sean “compatibles” con la plataforma LMS escogida. Según SCORM, se puede subir este archivo a LMS sin que se presenten mayores inconvenientes, garantizando su uso y aplicación para el cual fue desarrollado el OA. [18] [19]
- **MOOC:** Los llamados cursos MOOC (Massive Online Open Courses), pueden ser considerados como una interesante estrategia para alcanzar objetivos del aprendizaje, aunque puede ocurrir que dichos objetivos no sean los objetivos que persiguen las instituciones que los ofrecen. Los MOOC han sido considerados como los sucesores de los REA aunque hay riesgo de una baja retención de estudiantes. En opinión de los autores, el carácter masivo de este recurso debe ser controlado de manera adecuada para preservar la calidad del proceso.[20]

2.3 ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE

El desarrollo informático ha sido vertiginoso en lo que va del Siglo XXI. Los caudales de información que se generan han producido abundantes datos los cuales si no son debidamente analizados generan un caos y confusión sin una orientación definida. Surge la inquietud, qué ocurre si la escala de exploración y manipulación de datos, sus posibles inferencias que se puedan obtener, van más allá de la limitada capacidad humana. Es en ese momento que entran en acción las tecnologías informáticas para automatizar los diferentes procesos de análisis.

Esta interacción informática es conocida como Minería de Datos y es mediante esta que se logra transformar información de bajo nivel en conocimiento de alto nivel. El proceso es interactivo e iterativo conteniendo los siguientes pasos básicos [21]:

- Comprender el dominio de aplicación: este paso incluye el conocimiento relevante previo y las metas de la aplicación.
- Extraer la base de datos objetivo: recogida de los datos, evaluar la calidad de los datos y utilizar análisis exploratorio de los datos para familiarizarse con ellos.
- Preparar los datos: incluye limpieza, transformación, integración y reducción de datos. Se intenta mejorar la calidad de los datos a la vez que disminuir el tiempo requerido por el algoritmo aplicado posteriormente.
- Minería de datos: como se ha señalado anteriormente, este es la fase fundamental del proceso. Está constituido por una o más de las siguientes funciones, clasificación, regresión, clustering, resumen, recuperación de imágenes, extracción de reglas, etc.
- Interpretación: explicar los patrones descubiertos, así como la posibilidad de visualizarlos.
- Utilizar el conocimiento descubierto: hacer uso del modelo creado.

La minería de datos se puede aplicar a diferentes áreas de conocimiento que van desde las ciencias sociales hasta la astronomía. Una aplicación interesante de la minería de datos es su aplicación al área educativa lo cual recibe el nombre de EDM (por sus siglas en inglés Educational Data Mining)⁵. Esta es el pilar de la llamada Analítica del Aprendizaje. En este campo entra en juego mucho análisis estadístico y desarrollo de minería de datos educativos procurando obtener los llamados cubos de información los cuales serán de ayuda en la inferencia de tendencias en los resultados obtenidos.

En la referencia [22], se plantea "... la interpretación de una amplia gama de datos generados y recopilados por los estudiantes con el fin de evaluar el progreso académico, predecir los resultados en el futuro y detectar potenciales problemas". Desde sus primeras etapas, las Analíticas de Aprendizaje buscan aprovechar la gran cantidad de datos generados por los estudiantes en sus diferentes actividades académicas diarias: tareas explícitas (exámenes, tareas, etc.) así también tácitas (interacciones sociales en la red, actividades extraescolares, etc.). El objetivo principal de las Analíticas de Aprendizaje es "... permitir a docentes y centros universitarios adaptar las oportunidades educativas al nivel de necesidad y capacidad de cada estudiante. También pueden ser utilizadas para evaluar planes de estudio, programas e instituciones."

2.4 PROPUESTA DE CAPACITACIÓN DOCENTE EN TIC

Basado en la experiencia de otras universidades y políticas gubernamentales referentes a TIC que han sido revisadas en este trabajo, contribuyendo con el Plan de Gobierno Nacional del Ecuador (2013 – 2017), se torna imperante que la Universidad de Guayaquil incursione de forma agresiva en el uso de las TIC en educación superior y para ello es necesario iniciar la capacitación a los docentes en el uso de tales herramientas.

Una primera propuesta es realizar una evaluación a los docentes para su respectiva categorización basada en niveles de conocimiento y uso de las TIC. Este proceso es el que siguió la Universidad de Murcia (España) y la Universidad de Mar del Plata (Argentina) y los resultados han sido positivos permitiendo al tener docentes capacitados obtener estudiantes con mejores resultados académicos de calidad.

3 CONCLUSIÓN

La realidad de las universidades en América Latina en cuanto a utilización de las TIC, muestra similitudes pero existen varias referencias que pueden ser utilizadas en la universidad de Guayaquil porque constituyen buenas prácticas en el uso de las TIC, que contribuyen a mejorar indicadores de calidad en el proceso educativo

Hay toda una gama de herramientas que se pueden usar pero lo más importante es que muchas de esas herramientas ya son utilizadas con éxito en diferentes universidades de América Latina y unas pocas de Ecuador. Históricamente la implementación de este esquema de trabajo ha roto paradigmas de las diferentes universidades en las cuales se han implementado y el éxito alcanzado ha sido justificativo para su implementación al igual que la inversión en tiempo y dinero.

El modelo propuesto es preliminar, aún tiene mucho que acotarse pero el uso adecuado de las herramientas de analítica nos deberá dar una orientación del camino a seguir, para alcanzar el resultado deseado: Una transformación positiva de la gestión académica de la Universidad de Guayaquil.

REFERENCIAS

- [1] Mayorga, Román. (1999). Los desafíos a la universidad latinoamericana en el siglo XXI. Universidad siglo XXI. Universidad siglo XXI. Recuperado 2 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.rieoei.org/rie21a02.htm>
- [2] Ruiz-Larraguivel, E. (2011). La educación superior tecnológica en México. Historia, situación actual y perspectivas. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 2(3). Recuperado a partir de <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/43/228>.
- [3] Escamilla, José Guadalupe. (2013, diciembre). Avances en la enseñanza a distancia de la ingeniería. Recuperado 3 de marzo de 2015, a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121030106011>
- [4] Garcés, F. La enseñanza de la ingeniería en la república Argentina [documento en línea]. Instituto de Energía Eléctrica Universidad Nacional de San Juan. 2005

⁵ <http://www.educationaldatamining.org/>

- <http://www.science.oas.org/Ministerial/Inge/Argentina_Garces_paperWa.pdf>. Recuperado el 3 de marzo del 2015.
- [5] Malbernat, Lucia Rosario. (2012). Innovación en educación universitaria: factibilidad de incorporar actividades virtuales según las competencias docentes. Recuperado 17 de septiembre de 2015, a partir de <https://ideas.repec.org/p/nmp/nuland/1772.html>
- [6] Malbernat, L. R. (2013). Incorporar actividades virtuales en educación superior: algoritmo de segmentación de docentes según sus competencias. En XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (pp. 78 - 82). PARANA - ENTRE RÍOS: SEDICI. Recuperado a partir de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27100>
- [7] Malbernat, L. R. (2014). Capacitación docente: propuesta para incorporar TIC en educación superior. En IX Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (La Rioja, 2014) (pp. 174-183). La Rioja: SEDICI. Recuperado a partir de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/38502>
- [8] Urzúa, Sergio (2012). La rentabilidad de la educación superior en Chile? Educación superior para todos, 125, 111–141. Recuperado a partir de http://www.cepchile.cl/dms/archivo_5029_3181/rev125_SURzua.pdf
- [9] Urzúa, Sergio. (2012, junio 24). CEP, Centro de Estudios Públicos, Chile : Nuestro archivo digital. Recuperado 11 de marzo de 2015, a partir de http://www.cepchile.cl/1_5042/doc/ranking_y_educacion_superior.html.
- [10] Díaz C., Ingrid (2009). Las competencias TIC y la integración de las tecnologías de la información y comunicación de los docentes de la Universidad Católica del Maule. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Sociales. Escuela de Postgrado. Recuperado a partir de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/cs-diaz_i/pdfAmont/cs-diaz_i.pdf
- [11] Chile, & Ministerio de Educación Pública. (2013). Desarrollo de habilidades digitales para el siglo XXI en Chile: ¿qué dice el SIMCE TIC? Santiago, Chile: Ministerio de Educación. ISBN: 978-956-9345-00-5
- [12] Quintero Caicedo, N., & Castillo Rubio, H. (2015). Caracterización de los trayectos seguidos por la educación superior en Colombia (1924-2014). Recuperado a partir de <http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co:8080/jspui/handle/10819/2387>
- [13] Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016. (s. f.). Recuperado 21 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/w3-channel.html>
- [14] Martínez Moscoso, A., & Vázquez, P. (2012). La importancia de la evaluación en las instituciones educativas conforme a la nueva Ley Orgánica de Educación Superior en el Ecuador. RIEE. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa. Recuperado a partir de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/661737>
- [15] Prendes Espinosa, M.P. (Dir.) (2010): "Competencias TIC para la docencia en la Universidad Pública Española: Indicadores y propuestas para la definición de buenas prácticas: Programa de Estudio y Análisis". Informe del Proyecto EA2009-0133 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación. Disponible en: <http://www.um.es/competenciastic>
- [16] Restrepo, C. M. Z., Vargas, J. A. T., Venegas, M. del R. A., & Velásquez, N. F. (2012). Características de los procesos de gestión en los contextos E-Learning. Revista Universidad EAFIT, 41(140), 43–57.
- [17] Vidal Ledo, María Josefina; Regla Alfonso, Ileana; Zaca Peña, Grisell & Martínez Hernández, Gisella. (2013). Búsqueda Temática Digital: Recursos de Educativos Abiertos (REA) | Vidal Ledo | Educación Médica Superior. Recuperado 12 de marzo de 2015, a partir de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/142>
- [18] Ayllón, Esperanza; Baldiris, Silvia; Fabregat, Ramón & Duque, Néstor. (2012). Arte: diccionario ilustrado. Vigo: Universidad de Vigo. Recuperado a partir de <http://lacro.org/papers/index.php/lacro/article/viewFile/233/215>
- [19] Morales, V. T., & de Sistemas Informáticos, A. (2013). Evaluación de la calidad de metadatos en repositorios digitales de objetos de aprendizaje. Revista interamericana de bibliotecología, 36(3), 183-195.
- [20] Cabero Almenara, J., Llorente Cejudo, M. del C., & Vázquez Martínez, A. I. (2014). Las tipologías de MOOC: Su diseño e implicaciones educativas. Recuperado a partir de <http://digibug.ugr.es/handle/10481/31663>
- [21] Minería de Datos - Base de Datos. (s. f.). Recuperado 23 de septiembre de 2015, A partir de <https://sites.google.com/site/basededatos2xp/mineria-de-datos>
- [22] Resumen del Informe Horizon 2011: Enseñanza Universitaria Instituto de Tecnologías Educativas.

LA FILTRATION SUR LE FOULARD DE TÊTE : UNE VOIE SIMPLE D'ÉLIMINATION DU *Vibrio Cholerae* DES EAUX PRÉLEVÉES AU LAC KIVU / RIFT EST AFRICAIN

[THE FILTRATION BY HEADSCARF: A SIMPLE WAY OF REMOVING *VIBRIO CHOLERA*E IN WATER TAKEN FROM THE LAKE KIVU / EASTERN AFRICA RIFT]

Louissette K. Wimba¹⁻², Sandra Sibazuri¹, John M. Ndachetere¹, George L. Alunga², Pius T. Mpiana³, Koto-te-Nyiwa Ngbolua³, Marie C. Yandju³, Joseph K. Lumande³, and Boniface M. Kaningini²

¹Institut supérieur des techniques médicales de Bukavu (ISTM- Bukavu) B.P. 3036 Bukavu, RD Congo

²Unité d'enseignement et recherche en Hydrobiologie appliquée, Institut supérieur pédagogique de Bukavu (UERHA/ISP- Bukavu) B.P. 854 Bukavu, RD Congo

³Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190, Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study is to verify if the endemic cholera around Lake Kivu is consecutive to the colonization of plankton by *V. cholerae*. We undertook the search of *V. cholerae* germs in samples of water from this Lake then trying their elimination in removing zooplankton by filtration. Thus, from November 2011 to June 2013, we analyzed 64 samples of coastal water from 3 different sites of the Lake Kivu; one site in a rural basin (Ishungu) and 2 sites in a urban basin (Bukavu). The detection and numeration of *V. cholerae* were made by culture methods completed by biochemical tests. Filtration was done thanks to zooplankton's nets and headscarf. *V. cholerae* was detected in 92.18 % of the samples with the density in the order of 10³UFT/mL. Samples from Bukavu contained more of them than those from Ishungu (P<0.001). 18 µm mesh filter of zooplankton or 8 layers of a nylon headscarf, striped with alternation of transparent and opaque zones, wide of 5 cm, have removed more than 99.9 % of *V. cholerae* detected. It has been found that almost all of cultivable *V. cholerae* colonize the seston of more than 18 µm of diameter and are removable by means of filtration using a headscarf as described in the present study.

KEYWORDS: Water of Lake Kivu, *Vibrio cholera*, filtration, headscarf.

RESUME: Dans le but de vérifier si l'endémicité du choléra aux abords du lac Kivu est consécutive à la colonisation du plancton par *Vibrio cholerae*, nous avons entrepris de rechercher *Vibrio cholerae* dans les prélèvements d'eaux dudit lac puis de tenter son élimination en enlevant le zooplancton par filtration. Ainsi, entre novembre 2011 et juin 2013 étaient prélevés 64 échantillons d'eaux littorales du lac Kivu sur trois sites, un rural (bassin d'Ishungu) et 2 urbains (bassin de Bukavu). La détection et la numération de *Vibrio cholerae* étaient réalisées via les méthodes culturales. Les membranes filtrant étaient les filets à zooplancton et les foulards de tête. *Vibrio cholerae* a été détecté dans 92,18% de prélèvements avec une densité de l'ordre de 10³ UFT/mL. Les échantillons de Bukavu en contenaient plus que ceux d'Ishungu (P<0.001). La filtration sur un filet à zooplancton de 18µm de mailles ou sur huit couches d'un foulard de tête en nylon, zébré des bandes transparentes et opaques larges de 5cm, a éliminé plus de 99.9 % de *Vibrio cholerae* détectés. Il en résulte que, la quasi-totalité de *V. cholerae* cultivables du lac Kivu colonisent le seston de diamètre supérieur à 18µm et, sont éliminables des prélèvements d'eau par filtration sur foulard de tête comme décrit ci-haut.

MOTS-CLEFS: Eau du lac Kivu, *Vibrio cholerae*, filtration, foulard de tête.

1 INTRODUCTION

Le choléra existe depuis plus de deux millénaires dans le delta du Gange à l'actuel Bangladesh débordant parfois sur les territoires limitrophes d'Extrême-Orient [1]. L'arrivée des échanges intercontinentaux a conduit en 1817 au début de l'ère classique du choléra, caractérisée par les six premières pandémies ayant épargné l'Afrique continentale. Le rôle primordial de l'eau dans la diffusion du choléra fut reconnu en 1854 par J. Snow, avant l'identification de son agent causal, *Vibrio cholerae* par Koch en 1883 [2].

La septième pandémie qui sévit encore aujourd'hui, a débuté en 1961 dans les îles Célèbes en Indonésie et a marqué le passage du choléra dans l'ère moderne de son histoire. Elle est due à un biotype particulier dénommé *Vibrio cholerae*, sérotype O1, biotype El Tor découvert en 1905 sur des pèlerins de la Mecque par Gotlilch au Lazaret El Tor dans le Sinaï. Cette souche, revêt des caractéristiques toxigènes et un comportement environnemental particulier. Elle est restée confinée pendant une trentaine d'années dans l'archipel des Célèbes, régions d'eaux saumâtres qui lui offre un environnement propice à sa survie [2]. Il est à ce jour établi que son hôte aquatique en milieux estuariens est le zooplancton copépode qui lui offre une source de nourriture et un micro-habitat la protégeant contre des conditions environnementales défavorables [3-8]. Du point de vue sanitaire, les risques d'ingestion de doses infectieuses par les humains augmentent alors pendant le bloom planctonique. Ainsi, l'élimination des copépodes par filtration induisant à une diminution considérable de *V. cholerae*, concourt à la réduction des risques d'infection cholérique. Après avoir découvert que le sari, tissu en coton local du Bangladesh, pouvait servir de membrane filtrant pour cette fin, son usage en milieu rural de ce pays, a pu y réduire de 48% les risques cholériques. Cette stratégie de lutte s'avère être la plus efficace pour la situation d'endémie cholérique [6, 9,10].

C'est vers 1970 que cette pandémie arriva en Afrique subsaharienne, à Conakry via les pèlerins de retour de la Mecque par avion. La maladie prit au niveau continental la forme de flambées épidémiques successives allant d'un pays à l'autre. A dater de cette période, le choléra n'a plus quitté l'Afrique et c'est là qu'il est plus persistant et plus violent, en particulier aux abords des grands lacs du rift Est Africain où il s'installe de façon pérenne et frappe par flambées épidémiques presque tous les pays [1]. Ainsi la République Démocratique du Congo (RDC), pays bordé par la quasi-totalité de ces grands lacs dans sa partie Est, se place actuellement en tête des pays ayant déclaré le plus de cas à l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). La situation du choléra y devient de plus en plus inquiétante. En effet de 2000 à 2008, il a à lui seul réalisé 15 % des cas et 20 % des décès relatifs au choléra rapportés dans le monde pour cette période à l'OMS [11], cas provenant essentiellement des provinces de l'Est, riveraines des grands lacs. Presque toutes les épidémies qui frappent le reste du pays partent de cette région, le choléra y présente un caractère endémo-épidémique [12, 13].

Les taux d'attaque les plus élevés sont enregistrés au Sud-Kivu [14], province entièrement bordée à l'Est par le lac Kivu, son exutoire la rivière Ruzizi et le lac Tanganyika. Elle compte ainsi trois des sept sanctuaires de choléra recensés en RDC [12], parmi lesquels le sanctuaire Bukavu-Katana riverain des bassins de Bukavu et d'Ishungu au lac Kivu. C'est en 1978 que le choléra a émergé aux abords de ce lac, dans le bassin d'Ishungu à l'île d'Ibinja. Les habitants des îles et des rives consommateurs d'eau de ce lac, sont souvent victimes du choléra [13, 15,16] et jusque-là, aucune stratégie de lutte n'a pu les soulager de ce fléau. Bien que l'extrême gravité du choléra soit reconnue en RDC, les politiques de lutte se limitent souvent aux conséquences sans se soucier des causes de la maladie. La stratégie jusque-là adoptée est basée sur une lutte épidémique alors qu'elle devrait s'adapter au caractère endémo-épidémique de la maladie par une nouvelle approche. On assiste ainsi à une répétition d'actions sur plusieurs années sans qu'une solution durable ne soit trouvée [17].

A l'instar des eaux saumâtres du Bangladesh [5,6,18], cette endémicité du choléra qui se manifeste dans les communautés riveraines du lac Kivu, suggère que cet écosystème abriterait les organismes réservoirs du vibron cholérique [12, 15, 19].

Dans l'hypothèse que le zooplancton du lac Kivu serve d'hôte au *V. cholerae*, faisant de ce lac un réservoir aquatique du choléra en RDC, nous avons entrepris de :

- Rechercher ces bacilles dans les eaux de la littorale du lac Kivu ;
- Essayer de les éliminer en écartant le zooplancton par filtration et
- Rechercher une étoffe accessible localement pouvant servir à éliminer ces bacilles en retenant le zooplancton par filtration de ces eaux.

2 MATERIEL ET METHODES

Les 64 échantillons d'eau du lac Kivu sur lesquels ont porté nos investigations ont été prélevés au lieu de puisage de Lugendo (village le plus affecté dans le bassin d'Ishungu) et à deux lieux de baignade dans le bassin de Bukavu : Kalengera en milieu périurbain et Ndendere en zone urbaine. A Lugendo, un total de 32 échantillonnages a été réalisé dont 16 au rythme bihebdomadaire, de novembre 2011 à juin 2012 et 16 autres hebdomadairement, de mars 2013 à juin 2013. Au courant de cette dernière période, étaient aussi collectés 32 prélèvements dans le bassin de Bukavu, 16 à Kalengera et 16 autres à Ndendere. Chaque fois, trois échantillons d'environ 3L d'eau étaient recueillis dans des bidons propres préalablement rincés à l'eau du lac juste avant le prélèvement, puis transportés au laboratoire dans une boîte isotherme à moins de 10°C, pour les analyses dans les 6 heures qui suivent.

Les filets disponibles au laboratoire et dont les maillages sont proches de ceux utilisés dans la littérature [9, 10] ont été utilisés. Les critères de choix de l'étoffe étaient : celle qui est fréquemment utilisée à des fins diverses par les femmes en milieu rural, disponible sur le marché et à moindre frais. En outre, elle devrait être très perméable à l'eau et avoir un bon rendement de décontamination de l'eau. Les essais étaient alors faits sur deux types de foulards de tête en nylon d'environ 9 dm² de surface, l'un totalement opaque et l'autre zébré des bandes pleines et de bandes transparentes d'environ 5 cm de largeur. Ce dernier a été sélectionné (Fig.1b).

Des échantillons d'eau du lac fraîchement arrivés au laboratoire, environs deux litres, étaient chaque fois filtrés dans des bocaux stériles tour-à-tour sur les filets à zooplancton et sur le foulard de tête plié (4 lits ou 8 lits). Après usage, ces tissus étaient chaque fois bien lavés au savon, rincés à l'eau puis séchés au soleil pendant 2h.

La détection et le dénombrement des présumés souches de vibrions étaient faits simultanément par la méthode du nombre le plus probable (NPP), utilisant trois séries des trois tubes de dilutions respectives : 1/100, 1/1000 et 1/10000, préparées successivement au départ d'1 mL d'eau du lac Kivu mélangé avec 9 mL d'EPA. Toutes ces séries de dilutions étaient analogues à la dilution mère. Le nombre le plus probable des cellules bactériennes dans 1mL du prélèvement d'eau du lac Kivu était obtenu via la table de Mac Grady en constituant un nombre à trois chiffres correspondant au nombre des tubes positifs pour chacune des séries de dilution 1/100, 1/1000 et 1/10000 respectivement, dans les tubes où on a détecté la présence présomptive de *Vibrio cholerae*.

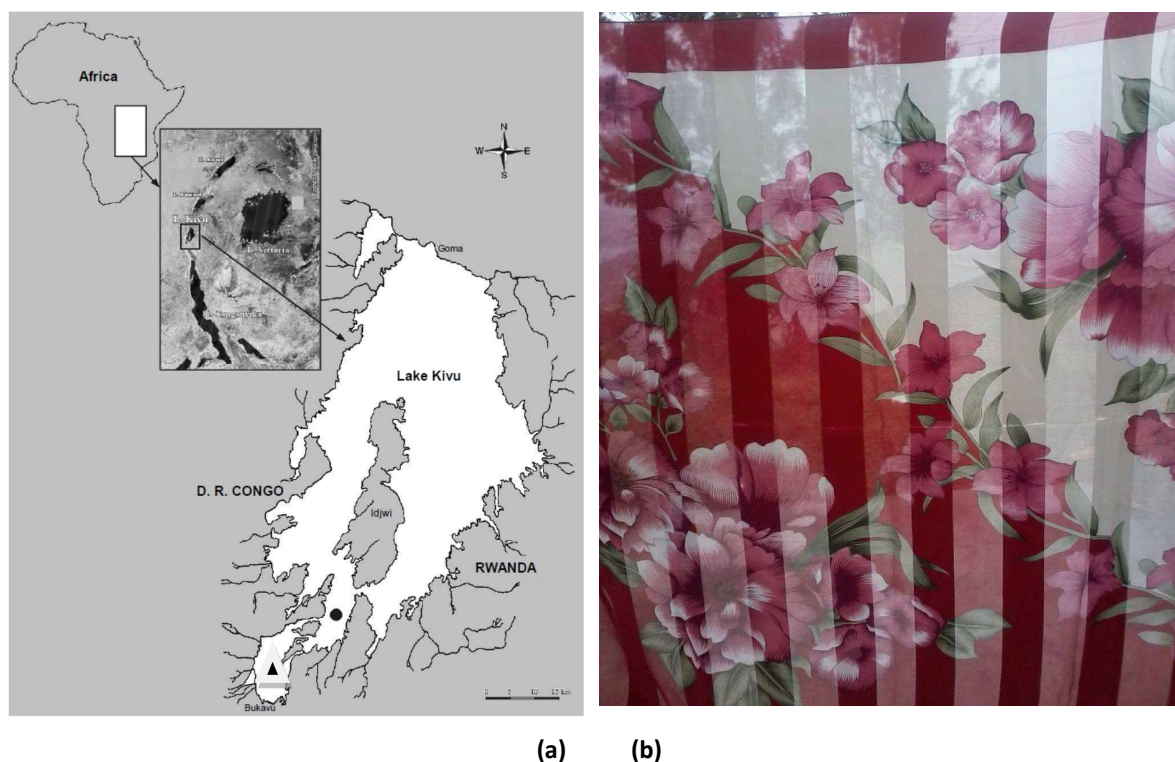


Figure 1 : Localisation des grands lacs du Rift Est-Africain, repérage des bassins d'Ishungu • et de Bukavu ▲ sur le lac Kivu (a) et Phototype de foulard choisi (b)

Il s'en est suivi une incubation des tubes à 37°C pendant 6 à 12 h. Après incubation, l'apparition de turbidité dans le tube est un test positif présomptif de la présence des bactéries du genre *Vibrio*. La présence de vibrions cholériques est confirmée en ensemencant en strie un prélèvement de la partie superficielle du tube positif sur la gélose sélective TCBS agar. Après 24 à 48h d'incubation à 37°C, sur les colonies jaunes (fermentant le saccharose) suspectées être *V. cholerae*, se poursuivait une série de tests des caractères culturels, morphologique et biochimiques répertoriés dans le tableau 1.

3 RESULTATS

ISOLEMENT, FRÉQUENCE ET ABONDANCE DE *VIBRIO CHOLERA*E DANS LES PRÉLÈVEMENTS BRUTS DE L'EAU DU LAC KIVU

Des 64 échantillons d'eau prélevés au lac Kivu entre novembre 2011 et juin 2013, *Vibrio cholera* a été détecté dans 59 soit un taux de fréquence de 92,2 %.

Le tableau 1 présente les caractéristiques des isolats de ces échantillons d'eau du lac Kivu présumés *V. cholerae*. Les données de ce tableau révèlent que seuls 61 % de ces souches sont présumées *V. cholerae* O1.

Tableau 1. Caractéristiques morphologiques, culturelles et biochimiques des isolats des eaux littorales du lac Kivu présumés *V. cholerae*

TEST (n=59)	CARACTERISTIQUE	(%)
Coloration Gram	BGN incurvé ou droit	100
Mobilité	+	100
Croissance EPA 0-6% NaCl	+	100
Croissance EPA ≥ 8% NaCl	-	100
Croissance à 42°C	+	100
Catalase	+	100
Indole	+	100
Oxydase	+	100
Citrate	+	100
Saccharose	+	100
Glucose	+	100
Lysine décarboxylase	+	100
Gaz à partir du glucose	-	100
ONPG	+	100
String test (test de fil)	+	100
Préparation à frais	Petits bâtonnets avec mobilité en flèche	100
Sérum anti-O1	+	61

Les abondances moyennes de ces germes typiques au *V. cholerae*, présentées par la figure 2, se situent entre $1,71 \cdot 10^3$ UFT/mL d'eau, au point de puisage à Lugendo (point de puisage en milieu rurale, bassin d'Ishungu,) et $8,93 \cdot 10^3$ UFT/mL d'eau, à Kalengera (site de baignade périurbain, bassin de Bukavu).

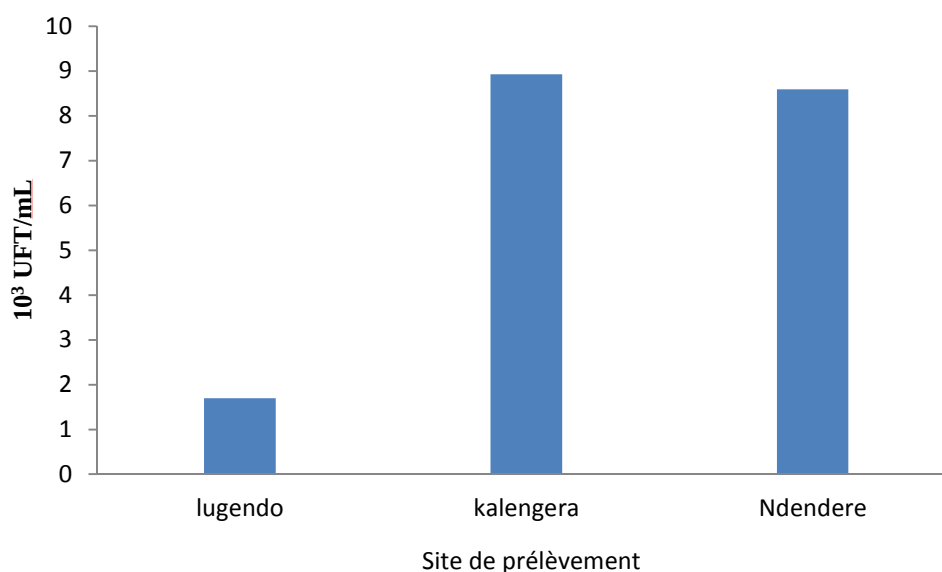


Figure 2 : Abondances moyennes de *V. cholerae* dans les échantillons d'eau du lac Kivu prélevés à Lugendo, Kalengera et Ndendere entre novembre 2011 et juin 2013

Les résultats du test T de Student présentés par le tableau 2, montre qu'en 2013 les échantillons d'eau prélevées sur le site urbain (Ndendere) étaient plus chargés en *V. cholerae* que ceux prélevés pendant la même période sur le site rural (Lugendo).

Tableau 2. Données du test T de Student pour les niveaux de contamination des sites Lugendo et Ndendere, échantillons de l'année 2013 contaminés au *Vibrio cholerae*

Site	Moyenne UFT/mL	N	Ecart-type
Rural (Lugendo)	1,68 10 ³	14	0,49 10 ³
Urbain (Ndendere)	8,59 10 ³	14	4,59 10 ³
Test T de Student	T = 13,0378	ddl=13	P=0,0003***

FREQUENCE DE *V. CHOLERA*E DANS LES FILTRATS DES ECHANTILLONS D'EAU DU LAC KIVU ET RENDEMENT DE REDUCTION DE CES GERMES VIA LA RETENTION DU ZOOPLANKTON PAR FILTRATION

La fréquence des *V. cholerae* résiduels dans les filtrats des 59 échantillons d'eau contaminée du lac Kivu et les taux d'élimination de ces germes pour les filtrats contaminés sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Fréquence de pousse sur TCBS et taux moyens de réduction de l'abondance de germes des échantillons d'eau du lac Kivu contaminés au *V. cholerae* après filtration

Membrane filtrant	Fréquence de Pousse sur TCBS	(%)	Taux moyen de réduction de germes (%)	Ecart-type
Filet 50µm (n=15)	15	100,00	52,21	0,08
Filet 37µm (n=15)	11	73,33	82,78	8,21
Filet 28µm (n=15)	5	33,33	97,85	1,45
Filet 18µm (n=44)	1	2,27	99,99	0,00
4 lits Foulard (n=15)	15	100,00	42,59	2,41
8 lits Foulard (n=59)	1	1,69	99,98	0,00

Ce tableau révèle que toutes les membranes utilisées pour la filtration de l'eau ont retenu plus de 50% des cellules de *V. cholerae* cultivable. Le filet de 18 µm et 8 lits de foulard zébré en ont retenu plus 99,9%. Les données du tableau 4 montrent que ces deux dernières membranes sont très similaires.

Tableau 4. Résultats de l'analyse de variance de rendement de filtration sur le filet de 18 µm et sur 8 lits de foulard zébré

Etoffe filtrant	Observations	Min	Max	Moyenne	Ecart-type
filet 18µ	44	99,990	100,000	99,999	0,001
8 plis de foulard	44	99,980	100,000	99,999	0,003
Test de Mann-Whitney		Variance (U)=954,000		P=1,000	

4 DISCUSSION

Les investigations menées dans cette étude ont été limitées par le manque de laboratoire approprié pour la confirmation moléculaire d'appartenance des isolats à l'espèce *Vibrio cholerae*. Néanmoins, les caractéristiques culturales et biochimiques de ces isolats présentées dans le tableau 1, sont typiques à celles des souches de *V. cholerae* [20]. Les résultats de ce travail, révèlent une quasi permanence du *V. cholerae* dans les eaux littorales du lac Kivu. Ce germe a été isolé dans 59 échantillons sur les 64 prélevés de ce lac, soit 92,19%. Dans 61% des cas, il s'est agi du *V. cholerae* sérogroupe O1, pathogène du choléra.

Les moyennes de cellules bactériennes cultivables dans les échantillons contaminés de l'année 2013 sont respectivement de $1,68 \cdot 10^3$ UFT/mL d'eau prélevée à Lugendo et $8,59 \cdot 10^3$ UFT/mL d'eau prélevée à Ndendere. Cette différence hautement significative ($P=0,0003$) serait due à une pollution organique accrue caractérisant les rives urbaines fortement anthropisées en Afrique [21] comme celle où se situe ce dernier site, contrairement au premier qui lui, est situé dans une zone rurale. Ce lac constitue ainsi un réservoir pérenne du bacille *V. cholerae*, pathogène du choléra avec une densité de l'ordre de 10^3 UFT/mL, densité atteignant les doses infectieuses [3, 18, 22]. Les consommateurs de ces eaux sont permanemment exposés au risque de contracter le choléra. Ce fait explique l'endémicité de cette pathologie dans le bassin dudit lac [11], particulièrement dans la zone de santé rurale de Katana où les riverains consomment l'eau du lac non traitée [16]. Il est fort probable que ça soit le cas pour les autres lacs du rift Albertin car, touchés tous par ce problème d'endémicité cholérique [11, 19, 23].

Etant donné que le pH des eaux superficielles du lac Kivu se situe généralement entre 8 et 9, avec une température comprise entre 23 et 25 °C [24, 25], et la prédominance des copépodes dans la communauté zooplanctonique [26], la présence permanente du *V. cholerae* dans ce lac est un fait prévisible. En effet, le pH optimal de survie de ce germe dans l'eau à 25 °C se situe entre 7,0 et 8,5 lorsque la salinité est moyenne et, entre 7,5 et 9,0 lorsque la salinité est faible [3, 5, 27, 29]. Aussi son hôte privilégié en milieu aquatique est le micro crustacé copépode [6, 8].

Toutes les membranes utilisées pour la filtration de l'eau ont retenu plus de 50% des cellules de *V. cholerae* cultivable. L'élimination quasi totale est obtenue en utilisant le filet à zooplancton de 18µm ou 8 lits de foulard de tête zébré. En effet, sur les 59 échantillons contaminés, un seul a donné un test positif après filtration sur 8 lits de ce foulard avec une densité résiduelle de moins de 30 UFT/ mL, soit un taux de réduction de plus de 99,98%. Le foulard ainsi plié a accusé une très forte similarité de comportement avec le filet à zooplancton de 18 µm ($P=1,0000$).

Ces résultats très comparables à ceux trouvés par l'équipe de Colwell à Bangladesh en utilisant le sari plié 8 fois ou un filet de 20 µm de mailles [9, 10] indiquent que la quasi-totalité des *V. cholerae* cultivables du lac Kivu vit en association avec les organismes planctoniques de diamètre supérieur à 18µm et sont de ce fait plus redoutable pour la santé humaine. En effet, associé au zooplancton, *V. cholerae* parvient non seulement à échapper aux aléas environnementaux du milieu aquatique naturel, mais aussi à braver les effets de la chloration des eaux de boisson et à franchir la barrière lui imposée par la forte acidité de l'estomac. Outre cette protection contre les agressions du milieu extérieur, l'adhésion de *V. cholera* au zooplancton augmente sa pathogénicité par le fait que, grâce aux pilis dont il se sert pour s'attacher au zooplancton, il arrive à s'agripper commodément sur les tissus membranaires de l'intestin grêle et ainsi infecter facilement l'homme [30, 31].

Bien qu'en milieu aquatique l'abondance de bactéries viables mais non cultivables soit de loin supérieure à celle de bactéries cultivables [32], débarrasser les eaux de boissons de cette forme redoutable de *V. cholerae* par filtration sur le filet de 18 µm de mailles ou sur 8 lits de foulard de tête zébré s'avère être la stratégie la mieux indiquée pour lutter efficacement contre le choléra endémique à l'Est de la RDC. En effet, à l'instar de ce qu'a produit le sari au Bangladesh [6, 10], la décontamination de l'eau par filtration sur 8 lits de foulard de tête zébré, étoffe portée de coutume par les riveraines de ces

lacs, tel que décrite dans ce travail, pourra contribuer efficacement à la réduction de l'incidence du choléra dans toute cette région.

5 CONCLUSION

Cette étude, pionnière du genre en Afrique continentale sub-saharienne présage un mode de prévention du choléra dans les bassins des grands lacs du rift Est Africain approprié à son caractère endémo-épidémique. En outre, elle révèle que le lac Kivu est un réservoir de *V. cholerae*. La poursuite des investigations est importante pour élucider l'écologie de ce bacille dans cet écosystème.

REFERENCES

- [1] T. Janny, "Etiologie de choléra en Afrique : Analyse d'une étiologie multifactorielle", *Mémoire de l'ENSP, Renne*, 2004.
- [2] B. Carme, M. N. Mavumu, J. F. Trape, F. Yala, et M. Felix, "L'implantation du choléra en Afrique noire : 1970-1980" *Rev. MEd. Congo*, tome 2, no. 34, pp. 17-29, 1983.
- [3] A. Huq, E. B. Small, P. A. West, M. I. Huq, R. Rahman, and R. R. Colwell, "Ecological relationships between *Vibrio cholerae* and planktonic crustacean copepods" *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 45, pp. 275-283, 1983.
- [4] A. Huq, P. West, E. Small, M. Huq, R. Colwell, "Influence of water temperature, salinity, and pH on survival and growth of toxigenic *Vibrio cholerae* serovar O1 associated with live copepods in laboratory microcosms" *Appl Environ Microbiol.*, vol. 48, pp. 420-424, 1984.
- [5] R. J. Borroto, "Ecology of *Vibrio cholerae* serogroup O1 in aquatic environments" *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health*, vol. 2, no. 5, pp. 328-333, 1997.
- [6] R. R. Colwell, "Infectious disease and environment: cholera as a paradigm for waterborne disease" *International microbiology*, vol. 7, pp. 285-289, 2004.
- [7] G. C. De Magny, R. Murtugudde, M. R. Sapiano, A. Nizam, C. W. Brown and al., "Environmental signatures associated with cholera epidemics" *PNAS*, vol. 105, no. 46, pp. 17676-17681, 2008.
- [8] G. C. De Magny, P. K. Mozumder, C. J. Grim, N. A. Hasan, M. N. Naser and al., "Role of zooplankton diversity in *Vibrio cholera* population dynamics and in the incidence of cholera in Bangladesh sundarbans" *Appl. Environ. Microbiol.* vol. 77, no. 17, pp. 6125-6129. DOI :10.1128/AEM.01472-10, 2011.
- [9] R. Colwell, A. Huq, M. Islam, K. Aziz, M. Yunus, N. Khan, and al., "Reduction of cholera in Bangladesh villages by simple filtration" *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* vol. 100, pp. 1051-1055, 2003.
- [10] A. Huq, M. Yunus, S. S. Sohel, A. Bhuiya, M. Emch, and al., "Simple sari cloth filtration of water is sustainable and continues to protect villagers from cholera in Matlab, Bangladesh" *mBio*, vol. 1, no. 1, pp. 1-5. Doi:10.1128/mBio.00034-10, 2010.
- [11] WHO, "Cholera, 2009" *Wkly Epidemiol Rec*, vol. 85, pp. 293-308, 2010. <http://www.who.int/wer/2010/wer8531.pdf>
- [12] D. Bompangue, P. Giraudoux, P. Handschumacher, M. Piarroux, B. Sudre, and al., "Lakes as source of cholera outbreaks, Democratic Republic of Congo" *Emerg Infect Dis.*, vol. 14, pp. 798-800. Doi:10.3201/eid1405.071260, 2008.
- [13] R. Piarroux, D. Bompangue, P.-Y. Oger, F. Haaser, A. Boinet and T. Vandeveld, "From research to field action: example of the fight against cholera in the Democratic Republic of Congo" *Field Actions Sci. Rep.*, vol. 2, pp. 69-77, 2009.
- [14] Ministère de la Santé de la RDC, "Situation du choléra en République Démocratique du Congo en 2011", *Cellule Choléra MINISANTE RDC*, 2012.
- [15] D. Bompangue, P. Giraudoux, M. Piarroux, G. Mutombo, R. Shamavu, and al., "Cholera epidemics, war and disasters around Goma and Lake Kivu: an eight-year survey", *PLoS Negl Trop Dis.*, vol. 3, pp. 1-17. Doi:10.1371/journal.pntd.0000436, 2009.
- [16] K. L. Wimba, S. Bigawa, K. P. Kaleme, K. N. Ngbolua, P. T. Mpiana, and al., "Lake Kivu (rift Albertin) proximity and incidence of cholera in Katana rural health zone", *J. of Advancement in Medical and Life Sciences*, vol. 3, no. 2, pp. 1-4. Doi:10.15297/JALS.V3I2.02, 2015.
- [17] Unicef, "Le cholera : les solutions contre la maladie des pauvres", *UNICEF ; Kinshasa*, 2011.
- [18] R. R. Colwell, "Global climate and infectious disease: the cholera paradigm", *Science*, vol. 274, pp. 2025-2031, 1996.
- [19] R. L. Shapiro, M. Otieno, P. Adcock, P. Phillips-Howard, W. Hawley, and al., "Transmission of epidemic *Vibrio cholerae* O1 in rural western Kenya associated with drinking water from Lake Victoria: an environmental reservoir for cholera? ", *Am J Trop Med Hyg.*, vol. 60, pp. 271-6, 1999.
- [20] WHO/CDS/CSR/EDC /99.8, "Méthodes de laboratoire pour le diagnostic de la dysenterie épidémique et du choléra", *Centers for Disease Control and Prevention Atlanta, Georgia*, 2002.

- [21] T. Njine, A. Monkiedje, M. Nola, V. Sikati-Foko, "Évaluation de la charge polluante et de la charge bactérienne des rejets des stations d'épuration à boues activées à Yaoundé (Cameroun) ", *Cahiers Santé*, vol. 11, pp. 79-84, 2001.
- [22] J. Heidelberg, K. Heidelberg and R. Colwell, "Bacteria of the gamma-subclass Proteobacteria associated with zooplankton in Chesapeake Bay", *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 68, pp. 5498–5507, 2002.
- [23] M. E. Birmingham, L. Lee, N. Ndayimirije, S. Nkurikiye, B. Hersh, J. Wells, and al., "Epidemic cholera in Burundi: patterns of transmission in the Great Rift Valley Lake region", *Lancet*, vol. 349, pp. 981–985. Doi:10.1016/S0140-6736(96)08478-4, 1997.
- [24] H. Sarmento, M. Isumbisho, and J.-P. Descy, "Phytoplankton ecology of Lake Kivu (Eastern Africa) ", *J. Plankton Res.*, vol. 28, no. 9, pp. 815-829, 2006.
- [25] K. L. Wimba, "Contribution à l'étude du bactérioplancton du Lac Kivu (Afrique de l'Est) : Abondance, distribution et profils des acides gras", *Mémoire de Master, FUNDP, Namur*, 2009.
- [26] M. Isumbisho, "Ecologie du Zooplancton du lac Kivu (Afrique de l'Est) ", *Thèse de doctorat, FUNDP, Namur*, 2006.
- [27] M. Hood, and G. Ness, "Survival of *Vibrio cholera* and *Escherichia coli* in estuarine waters and sediments", *Appl Environ Microbiol*, vol. 43, pp. 578–584, 1982.
- [28] C. Miller, B. Drasar and R. Feachem, "Response of toxigenic *Vibrio cholerae* O1 to physicochemical stress in aquatic environments", *J Hyg (Lond)*, vol. 93, pp. 475–495 1984.
- [29] C. Miller, B. S. Drasar, R. Feachem and R. Hayes, "The impact of physico-chemical stress on the toxigenicity of *Vibrio cholerae* ", *J Hyg (Lond)*, vol. 96, pp. 49–57, 1986.
- [30] M. A. R. Chowdhury, A. Huq, B. Xu, F. J. Madeira, B. Andrita and R. colwell, "Effect of Alum on Free-Living and Copepod-Associated *Vibrio cholerae* O1 and O139", *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 63, no. 8, pp. 3323-3326, 1997.
- [31] J. Reidl, and K.E. Klose, " *Vibrio cholerae* and cholera: out of the water and into the host", *FEMS Microbiology Reviews*, vol. 26, pp. 125-139, 2002.
- [32] A. T. Garcia and P. Servais, "Enumeration of viable *E. coli* in rivers and waste waters by fluorescent in situ hybridization", *Journal of Microbiological Methods*. Vol. 58, pp. 269-279, 2004.

قائمة انواع طحالب نهر دجلة ضمن مدينة بغداد - العراق

[Algae Spices list of Tigris River within Baghdad city – Iraq]

أحمد عيدان الحسيني و ساجدة فرحان حسين و رويدة فاهم كامل و سجي نجم محسن

مركز بحوث ومختبرات المياه، قسم التقنيات الإحيائية، دائرة بحوث وتكنولوجيا البيئة ومعالجة المياه،
وزارة العلوم والتكنولوجيا

Ahmed Aidan Al-Hussieny, Sajida Frhan Hussain, Roeda F. Kame, and Saja Najm Mohsin

Center and Department Water research and Directorate of water Treatment Technology and Ministry of Science &
Technology, Iraq

Copyright © 2016 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 algae were identified of the Tigris River in Baghdad city for twelve station in the north, center and south of Baghdad city, as 263 algae species were return to 95 genus of seven divisions (Chlorophyta , Cyanophyta , Chrysophyta , Euglenophyta , Bacillariophyta (Diatomata) and Pyrrhophyta), which includes 28 order return to 65 families. The species number of Chlorophyta also reached 58 species return for 31 genus and the species number of Chrysophyta 5 species of 5 genera and the species number of Pyrrhophyta algae 6 species for 5 genera and the species number of Diatomata algae 127 species 32 genus and the species number of Cyanophyta 59 species of 19 genus and the species number of Euglenales algae of 8 species for 3 genus. Some Chlorophyta dominated in most of the study stations represented by *Chlorella vulgaris* , *Chlorella ellipsoidea*, *Scenedesmus quadricauda* and *Mougeotia scalaris* and some of Diatomata represented by *Cyclotella meneghiniana*, *Rhoicosphenia curvata* and *Cocconeis placentula* and *Cymbella tumida* and some blue Green algae *Chroococcus minor* and *Oscillatoria limnetica*.

KEYWORDS: Green algae, Euglenophyta, Pyrrhophyta, Divisions and genera of algae.

الخلاصة: شخصت الطحالب في نهر دجلة ضمن مدينة بغداد وبواقع اثني عشر محطة في شمال ووسط وجنوب مدينة بغداد ، إذ شخص 263 نوع من الطحالب العائدة الى 95 جنس لسبعة أقسام (قسم الطحالب الخضراء و الخضر المزرق و الذهبية واليوجلينية و العصوية (الدايوتومية) و البروات) والتي تضم 28 رتبة تابعة لـ 65 عائلة . كما بلغ عدد أنواع الطحالب الخضراء 58 نوع العائد لـ 31 جنس وبلغ عدد أنواع الطحالب الذهبية 5 أنواع لـ 5 أجناس وبلغ عدد أنواع الطحالب البروات 6 أنواع لـ 5 أجناس وبلغ عدد أنواع الطحالب الدايتومية 127 نوع لـ 32 جنس وبلغ عدد أنواع الطحالب الخضراء المزرق 59 نوعا لـ 19 جنس وبلغ عدد أنواع الطحالب اليوجلينية 8 أنواع لـ 3 أجناس . كما سادت بعض الطحالب الخضراء في اغلب مواقع الدراسة متمثلة بطحالب *Chlorella vulgaris* و *Chlorella ellipsoidea* و *Scenedesmus quadricauda* و *Mougeotia scalaris* وبعض الطحالب الدايتومية متمثلة بطحالب *Cyclotella meneghiniana* و *Rhoicosphenia curvata* و *Cocconeis placentula* و *Cymbella tumida* وبعض الطحالب الخضراء المزرق مثل طحلب *Chroococcus minor* و *Oscillatoria limnetica* .

الكلمات المفتاحية : الطحالب الخضراء و اليوجلينية و البروات و أقسام والجناس الطحلبية

المقدمة

تلعب الطحالب دور مهم في الحفاظ على اتزان جميع النظم البيئية المائية كانت أو على اليابسة ، فهي مصدر أساسي لغذاء بقية الأحياء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، وضمان رئيسي لتنقية النظام البيئي من غاز ثاني أكسيد الكربون واستبداله بغاز الأوكسجين اللازم لتنفس جميع الأحياء . تعيش الطحالب عموماً على سطح الماء وفي أعماق مختلفة وتوجد في كل مصادر المياه التي تتعرض إلى ضوء الشمس. إن معظم الطحالب في الحقيقة مائية وتنمو في مياه البرك والبحيرات والخزانات والأنهار والمحيطات، وتشكل الطحالب المجهرية الطافية نسبة كبيرة منها وتسمى الهائمات النباتية [1] Phytoplankton. تلعب الهائمات النباتية دوراً أساسياً في السلسلة الغذائية في المياه إذ تقوم بعملية البناء الضوئي لإنتاج المواد الغذائية والكربوهيدرات التي تستعمل في عمليات الأيض أو تخزين غالباً على شكل نشأ أو زيوت، لذا تعد الطحالب عموماً والهائمات النباتية على وجه الخصوص المنتجات الأولية للعديد من الأنظمة المائية، إذ تمثل أحد المصادر الرئيسة لتغذية الأسماك ويرقاتها والفشريات والرخويات وهذه بمجموعها من أهم مصادر الغذاء للإنسان [2]. تخضع الطحالب لمجموعة من الظروف البيئية التي تساعدها على النمو والتكاثر، متمثلة بدرجة الحرارة وتعتبر من أهم العوامل الفيزيائية المؤثرة في توزيع وانتشار الأحياء في البيئة المائية إذ تؤثر في الصفات الكيميائية والفيزيائية للماء بصورة مباشرة أو غير مباشرة من خلال تأثيرها في العمليات الحيوية الرئيسية كالبناء الضوئي، والتنفس، والتنظيم الأوزموزي، فضلاً عن تأثيرها في كثافة ولزوجة الماء. كما تلعب درجة الحرارة دوراً مهماً في التأثير في قابلية ذوبان الغازات في الماء حيث تكون العلاقة ما بين قابلية ذوبان الأوكسجين ودرجة الحرارة عكسية وهذا بدوره يؤثر بشكل معاكس على المتطلب الحيوي للأوكسجين إذ أن لدرجة الحرارة علاقة وثيقة بالتنفس، إذ يزداد معدل تنفس الأحياء في الوسط المائي بنسبة 10% أو أكثر بزيادة درجة الحرارة درجة مئوية واحدة [3]. تنمو غالبية الطحالب بشكل أفضل في مياه ذات أس هيدروجيني متعادل، بينما تفضل بعض أنواع الطحالب النمو في المياه القاعدية مثل طحلب *Microcystis* sp. وهناك بعض الأنواع تتحمل العيش في الوسط الحامضي مثل طحلب *Euglena* sp. وتكون المياه المكشوفة مشبعة بغاز الأوكسجين إلى جانب غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة للعمليات الحيوية للأحياء المائية كالبناء الضوئي والتنفس. أما المغذيات النباتية فهي من العوامل المهمة التي تحتاجها الطحالب لغرض النمو وتمثل بالدرجة الأساس مركبات النترجين والفسفور، بالإضافة إلى البوتاسيوم والمغنيسيوم والصوديوم . يعتبر النترجين من العناصر الضرورية لنمو الطحالب حيث يدخل في تصنيع الأحماض الأمينية والبروتينات [4] ويتواجد في البيئة المائية عموماً بشكل أملاح النترات Nitrate والنتريت Nitrite و الأمونيا Ammonia، وتؤدي الزيادة في تركيز أملاح النترات في الماء إلى حصول ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication التي تؤثر بشكل سلبي على الأحياء المائية الأخرى [1]. تناولت العديد من الدراسات في تشخيص أنواع عديدة من الهائمات النباتية وحساب أعدادها ودراسة توزيعها ومدى تأثيرها بالعوامل البيئية . وقد صدرت العديد من قوائم تظم أنواع مختلفة للطحالب منها القائمة التي أصدرها [5] والتي سماها الطحالب الخضراء المزرققة في أربيل التي تظم سبع وخمسون نوعاً من الطحالب الخضراء المزرققة . كما توجد قائمة بأنواع الطحالب الدزيميدية والخاصة بمدينة البصرة بعدد تسع وسبعون نوعاً أعدت من قبل [6] ، وبشكل عام تحتاج بيئة الهائمات النباتية في العراق إلى المزيد من الدراسات بسبب التنوع الكبير في طبيعة مصادر المياه الداخلية. تهدف الدراسة إلى تشخيص الهائمات النباتية لمدينة بغداد والتعرف على أنواعها وبعض الظروف البيئية لها وذلك لما تشكله هذه المدينة من أهمية من خلال زيادة وتنوع المقنوفات الصناعية إلى البيئية المائية .

المواد وطرائق العمل

1- جمع العينات

جمعت عينات المياه من محطات الدراسة الاثني عشر من الطبقة السطحية العليا بعمق 20-30 سم من وسط مجرى النهر ومن الضفتين، إذ تم جمع عينات متساوية من كل جهة وعمل عينة مختلطة mix sample بواسطة حاويات بولي إثيلينية سعة 3 لتر. ومن ثم نقلت إلى المختبر مباشرة لإجراء القياسات والتحليلات المختبرية وكذلك الدراسة الكمية للهائمات النباتية، تم إجراء بعض القياسات الحقلية الآتية: درجة الحرارة والأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية، أما القياسات المختبرية فتم إجراؤها في المختبر خلال 24 ساعة من وقت اخذ النماذج، وبواقع ثلاثة قراءات لكل قياس واعتمد المعدل في النتائج، ثم حفظت العينات باضافة محلول اللوكال الى حين إجراء الفحص المختبري [7].

2- الدراسة النوعية Qualitative Study

تم تشخيص الطحالب غير الدايتومية بتحضير شرائح مؤقتة وفحصها على قوة 400X باستخدام مجهر ضوئي مركب. وبالاتماد على عدد من المصادر في تشخيص الطحالب غير الدايتومية [7] و [8] و [9]. تم تشخيص الأنواع من صف الدايتومات بعد إذابة المادة العضوية وإيضاح هيكلها (Clearing) بقوة تكبيرية 1000X بالاتماد على المصدر [10] .

3- المصادر المعتمد عليها في ترتيب قائمة الطحالب .

أعتمدت على العديد من المصادر العالمية والمحلية في ترتيب قائمة الطحالب حسب الاقسام والصفوف والرتب والعوائل ، إذ أعتمد على دراسة [11] و [12] في ترتيب صفوف ورتب وعوائل قسم الطحالب الدايتومية ، أما قسم الطحالب الخضراء فقد أعتمد على دراسة [12] و [13] و [14] و [15] أما قسم الطحالب الخضراء المزرققة فقد أعتمد على دراسة [12] و [16] أما بقية الاقسام مثل قسم الطحالب اليوجلينية والبروات والذهبية فقد أعتمد على دراسة [17] .

4- وصف منطقة الدراسة

تضم الدراسة الحالية اثني عشر موقع على طول نهر دجلة ضمن مدينة بغداد مقسمة على ثلاثة مناطق وهي منطقة شمال مدينة بغداد وهي منطقة الفحامة (St1) وجزيرة بغداد السياحية (St2) وجسر المثنى (St3) والكربعات (St4) وهي مناطق زراعية قليلة الملوثات الصناعية لقلة المعاملة والمنشأة أما مناطق وسط مدينة بغداد فهي منطقة العطيفية (St5) ومدينة الطب (St6) وبعد مدينة الطب (St7) والشوكة (St8) وبعد الشوكة (St9) وهي مناطق صناعية ترمي مقنوفاتها المتمثلة بالمخلفات الطبية الصيدلانية والصناعية ومياه الصرف الصحي أما مناطق جنوب مدينة بغداد فهي الجادرية (St10) والدورة (St11) والزعرانية (St12) وهي مناطق زراعية وذات مخلفات صناعية ومنزلية والخرابة توضح مناطق الدراسة .



خارطة (1) توضح مواقع الدراسة على نهر دجلة ضمن مدينة بغداد

النتائج

شخصت الطحالب المتواجدة ضمن بيئة مدينة بغداد المائية في نهر دجلة متمثلة باثني عشر محطة وعلى مدار فصول السنة (الصيف الخريف الشتاء الربيع) . تم تشخيص 263 نوع لـ 95 جنس موزعة على محطات الدراسة لشمال ووسط وجنوب مدينة بغداد ومن مختلف أنواع الطحالب العائدة لسنة اقسام طحلبية ، والجدول (1) يبين ذلك .

جدول (1) تشخيص الطحالب ضمن مواقع الدراسة في نهر دجلة داخل مدينة بغداد

المحطات	شمال بغداد				وسط بغداد					جنوب بغداد		
	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11	St12
مجاميع الطحالب												
1-Division: Chlorophyta												
1- Class:Chlorophyceae												
1- Order:- Cyllindrocapsales .												
Family:- Cyllindrocapsaceae .												
<i>Cyllindrocapsa geminella</i>		+	+					+			+	
2- Order: Volvocales.												
1- Family :Volvocaceae .												
<i>Pandorana sp.</i>												+
2- Family :Chlamydomonadaceae												
<i>Chlamydomonas sp</i>	+		+									
<i>C. angides</i>								+				+
<i>C. epipatiea</i>		+										
<i>C. ciankoushi</i>											+	+
3- Family: Haematococcaceae.												
<i>Haematococcus lacustris</i>											+	
3- Order: Charales.		+				+				+		
Family: Characeae.												
<i>Chara schweinitzii</i>												
4- Order Chlorococcales												
1- Family Dictyosphaeriaceae												
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum.</i>		+						+				
<i>D. pulchellum.</i>								+		+		
<i>D. raphidioides</i>	+		+									
2- Family :Golenkiniaceae												
<i>Golenkinia paucispina</i>					+				+			+

3- Family :Hydrodictyaceae												
<i>Pediastrum duplex</i>			+	+				+			+	
<i>P. simplex</i>		+	+				+	+				
4- Family: Oocystaceae												
<i>Eremosphaera viridis</i>												+
<i>Kirchnericlla obese.</i>		+				+		+				
<i>K. subsolitaria</i>	+		+				+					
<i>Monorephidum sp</i>			+									
<i>M. arcuatum.Hind</i>			+		+	+		+				
<i>M. contortum</i>				+								
<i>Oocystis sp</i>				+								
<i>Cerasterias staurastoides</i>		+										
5- Family:Schizomeridaceae												
<i>Schizomeris leibleinii.</i>				+								
5- Order :Siphonales .												
Family :Vaucheriaceae .												
<i>Vaucheria sessilisfa. Clavata (Klebs</i>										+		
6- Order : Sphaeropleales												
1- Family :Scenedesmaceae												
<i>Tetrademus wisconsinense</i>					+				+			
<i>Scenedesmus bijuga</i>			+									
<i>S. dimorphus</i>				+								
<i>S. quadriqadi</i>		+				+	+		+		+	
2- Family: Neochloridaceae												
<i>Tetraedron lobulatum</i>							+					
<i>T. minimum</i>						+	+					
<i>T. muticum</i>	+	+				+						
7- Order :Microsporales												
Family : Microsporaceae												
<i>Microspora floccsa</i>		+				+			+			
8- Order: Oedogoniales												
Family: Oedogoniaceae												
<i>Oedogonium capillare</i>												+
<i>O. gracilius</i>		+										
<i>O. kozminskii. Prescott.</i>	+	+				+						
<i>O. sawyerii</i>									+			
2- Class Trebouxiophyceae												
Order Chlorellales												
Family Chlorellaceae												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		+									+	
<i>Chlorella ellipsoidea</i>				+			+	+				+
<i>C. vulgaris Beyerinck</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
3- Class Zygnematophyceae												
1- Order Zygnematales												
1- Family Closteriaceae												
<i>Closterium leibleinii.</i>				+								
<i>Coelastrum microporum.</i>	+	+										
2- Family Zygnemataceae												
<i>Mougeotia scalaris</i>			+			+	+	+	+			+
<i>Spirogyra aequinoctialis</i>		+										
<i>S. weberi</i>	+		+									
2- Order: Desmiales												
Family Desmidiaceae												
<i>Cosmiarium sp.</i>		+		+							+	
<i>C. microporum.</i>		+								+		
<i>C. subcrenatum</i>	+							+				

<i>Euastrum</i> sp.				+								
4- Class Ulvophyceae												
1- Order:Cladophorales.												
Family:Cladophoraceae.												
<i>Bacillosiphon</i> sp.										+		
<i>B. induratus</i>										+		
2- Order Cladophorales												
Family Cladophoraceae												
<i>Cladophora crispate</i>			+							+		
<i>C. fracta.</i>	+		+						+			
<i>C. glomerata</i>								+				
<i>C. insignis</i> (C.A.A).	+	+			+							
<i>C. oligoclona.</i>	+		+					+				
3- Order Ulotrichales												
Family Ulotrichaceae												
<i>Ulothrix tenuissima</i>				+								
<i>U. subconstricta</i>			+					+				
<i>U. zonata</i>			+			+						
2- Division : Chrysophyta												
1- Class : Xanthophyceae.												
Order :Eustigmatophyceae												
Family :Pseudocharaciopsidaceae												
<i>Pseudocharaciopses</i> sp.			+									
2- Class : Chrysophyceae.												
1- Order: Chromulinales.												
Family: Dinobryaceae												
<i>Dinobryon cylindricum</i> . Ehrenberg			+					+	+			
2- Order:- Rhizochrysidales												
Family: Rhizochrysidaceae.												
<i>Chrysidiastrium catenatum</i>				+			+				+	
3- Order: Heterochloridales.												
Family: Chlorochromonas.												
<i>Chlorochromonas minuta</i>			+			+				+		
4- Order :Heterotrichales.												
Family :Tribonemataceae												
<i>Tribonema bombycinum</i>			+					+				+
3- Division : Pyrrhophyta												
Class:Dinophyceae(dinoflagellates)												
1- Order : Peridinales												
1- Family : Glenodiniaceae												
<i>Chlorochromonas minuta</i>											+	
<i>Glenodinium kulezynskii</i>					+							
2- Family: Peridiniaceae												
<i>Peridinium cinctum</i>				+								
<i>P. inconspicuum</i>				+								
3- Family :Ceratiaceae.												
<i>Ceratium hirundinella</i>	+								+			
2- Order:Gymnodiniales.												
Family:Gymnodiniaceae.												
<i>Gymndoinium palustre</i>				+				+			+	
4- Division: Bacillariophyta.												
Class: Diatomatae.												
1- Order: Centrales.												
Family : Stephanodiscaceae												
<i>Cyclotella comta</i>				+				+				+
<i>C. meneghiniana</i> Kützing				+	+	+				+	+	+

<i>C. ocellata</i>							+					
<i>Stephanodiscus astrea</i>						+			+			
<i>S. dubius</i>								+				+
2- Order: Pennales.												
1- Family :Achnanthaceae												
<i>Achnanthes affinis</i>												+
<i>A. delicatula</i>				+								
<i>A. exigue</i>	+					+			+			
<i>A. hungarica</i>		+								+		+
<i>A. minutissima</i>					+							+
<i>A. microcephala</i>						+						+
<i>A. plonensis.</i> Hypovalve.		+			+							
2- Family : Amphipleuraceae												
<i>Amphiprora alata</i>		+				+				+		
<i>Amphora</i> sp.	+			+					+			
<i>A. normannii</i>					+							+
<i>A. pediculus</i>	+							+				
<i>A. vencta</i>		+									+	
3- Family : Bacillariaceae												
<i>Bacillaria paxillifer</i> (Müll.) Hendy				+				+	+			+
<i>Denticula elegans.</i>		+										
<i>Nitzschia anglica</i>			+									
<i>N. acicularis</i>					+						+	
<i>N. communis</i> . Grunow			+			+				+		
<i>N. communis</i>												+
<i>N. closterium</i>												+
<i>N. dissipata</i>				+								+
<i>N. fruticosa</i> (Kütz.) Grunow		+										
<i>N. gracilis</i>					+						+	
<i>N. intermedia</i> (Greg.) Grunow					+							+
<i>N. inconspicua.</i>		+										
<i>N. linearis</i> .											+	+
<i>N. longissima</i> .			+									+
<i>N. microcephala</i>							+					
<i>N. minutula</i>					+							
<i>N. palea</i> . gracilis		+			+		+					
<i>N. pusilla</i> .				+								
<i>N. paleacea</i> .	+											
<i>N. rostellata</i> .					+							
<i>N. romana</i> .			+									
<i>N. supralitoreae</i> .				+								
<i>N. sigma</i> .						+		+				+
<i>N. subtubicola</i> .		+					+					
<i>N. sigmoidea</i> .	+				+							
<i>N. vermicularis</i> .			+					+				
<i>N. umbonata</i> .												+
4- Family : Coscinodiscaceae												
<i>Coscinodiscus lacustris</i>						+						
5- Family : Cymbellaceae												
<i>Cymbella amphicephala</i>												+
<i>C. affinis</i> Kützling				+						+		+
<i>C. aspera</i>											+	
<i>C. delicatula</i>				+								
<i>C. perpusilla</i>					+							
<i>C. parva.</i>		+										
<i>C. lanceolata</i>				+								
<i>C. leptoceros</i>				+								

<i>C. tumida</i>	+	+										
<i>C. ventricosa</i>					+							
<i>Cymatopleura elliptica</i>	+					+						
<i>C. elliptical</i>			+					+				
<i>C. solea</i>				+				+				
6- Family : Eunotiaceae												
<i>Eunotia pectinalis</i>	+											
7- Family : Fragilariaceae												
<i>Diatoma elongatum</i> . Agardh		+			+					+	+	
<i>D. hiemale</i> .		+						+				
<i>D. vulgare</i> Bory									+		+	
<i>Fragilaria construens</i> .				+				+				
<i>F. crotonensis</i> . Vue .connective.					+							
<i>F. capucina</i> Desmazieres		+										
<i>F. intermedia</i>			+					+			+	
<i>F. virescens</i> . Ralfs				+		+						
<i>Synedra acut</i>								+				
<i>S. rumpens</i>						+						
<i>S. tabulata</i>											+	
<i>S. ulna</i>								+				
<i>S. vaucheriae</i>											+	
8- Family : Gomphonemataceae												
<i>Gomphonema angustatum</i>							+				+	
<i>G. constrictum</i>		+				+				+		
<i>G. intricatum</i>				+								
<i>G. fanensis</i>										+		
<i>G. olivacea</i>					+						+	
<i>G. tergestinum</i>				+								
9- Family : Melosiraceae												
<i>Melosira ambigua</i>					+							
<i>M. granulata</i> .var.connective.Ehr.						+		+			+	
10- Family : Naviculaceae												
<i>Anomoeoneis vitrea</i>					+						+	
<i>Caloneis bacillum</i>		+				+						
<i>Navicula anglica</i>				+				+				
<i>N. cincta</i> .		+			+							
<i>N. cymbula</i>						+						
<i>N. cryptocephala</i>									+			
<i>N. dicephala</i>	+											
<i>N. fragilarioides</i>	+	+										
<i>N. graciloides</i>	+											
<i>N. gopportiana</i>		+				+			+			
<i>N. halophila</i> .							+					
<i>N. phyllepta</i>			+					+				
<i>N. pseudolanceolata</i> .	+								+			
<i>N. radiosa</i> . Kützing										+	+	
<i>N. resola</i>						+		+		+		
<i>N. schroeteri</i>				+								
<i>N. seminulum</i>								+				
<i>N. tuscula</i>		+							+			
<i>Nedium sp</i>		+				+						
<i>N. affine</i>	+								+			
<i>N. hercynicum</i>					+							
11-Family : Pinnulariaceae												
<i>Pinnularia acuminata</i>				+								
<i>P. borealis</i>											+	
<i>P. gracillima</i>				+							+	

<i>P. molaris</i>		+				+		+				
<i>Peronia fibula</i>				+								
<i>Pleuro sp.</i>		+						+				
12-Family : Tabellariaceae												
<i>Tabellaria fenestrata</i>				+					+			
13-Family :Cocconeidaceae												
<i>Coccones pediculus</i>					+							
<i>C. placentula</i> Ehrenberg			+	+			+	+			+	+
14-Family :Pleurosigmataceae												
<i>Gyrosigma sp</i>			+									
<i>G. acuminatum</i>				+				+				
<i>G. attenuatum</i>		+										+
15- Family :Diploneidaceae												
<i>Diploneis ovalis</i>										+		+
16- Family :Rhoicospheniaceae												
<i>Rhoicosphenia curvata.</i> (Kütz.) Grunow		+			+	+			+		+	+
<i>R. marina</i>				+								
17- Family :Rhopalodiaceae												
<i>Rhopalodia gibba.</i>	+											
<i>R. gibberula.</i>		+										
18- Family: Surirellaceae .												
<i>Surirella robusta.</i>			+					+				
<i>S. ovate.</i> Vue. valvaire.					+							+
<i>S. pulchella.</i> Ehrenberg								+				
<i>Stauroneis anceps</i>					+							
<i>S. pseudo</i>				+								
19- Family: Mastogloiaceae.												
<i>Mastogloia elliptica.</i>	+	+										
<i>M. smithii .</i>		+										
20-Family: Epithemiaceae												
<i>Epithemia argus</i>	+											
<i>E. zebra.</i>		+										
5- Division: Cyanophyta.												
Class: Myxophyceae.												
1- Order: Chroococcales												
Family:Chroococcaceae.												
<i>Aphanocapsa endophytica</i>				+								
<i>Aphanothece castagnei.</i> (Breb).Rabenh.						+						
<i>A. littoralis..</i> (Breb).Rabenh.						+						
<i>A. saxicola</i>							+	+				
<i>A. Microscopica</i>								+	+			
<i>Chroococcus disperses.</i> (Keis.) Lemmermann			+									
<i>C. minor</i> (Kuetz.) Naegeli	+	+		+		+	+	+	+		+	+
<i>C. pallidus .</i> Nag.(after wille)	+	+			+							
<i>C. turgidus .</i> Nag.(after wille)				+		+						
<i>Coelosphaerium dubium</i>			+									
<i>Gloeocapsa aeruginosa</i>				+								+
<i>G. compacta.</i> Kutz		+										
<i>G. montana.</i> Kutz							+					
2- Order: Hormogonales.												
1- Family:Oscillatoriaceae.												
<i>Lyngbya allorgei.</i>					+							
<i>L. aestuarii</i> Lammermann				+								
<i>L. aerugineo-caerulea.</i> <i>Meneghinii</i>								+				

<i>L. connectens</i> Meneghinii		+				+						
<i>L. dendrobia</i>				+								
<i>L. limnetica</i>								+				
<i>L. lagerheimii</i>			+									+
<i>L. gardneri</i>								+				
<i>L. taylorii.</i>		+				+						
<i>L. nordgaardii.</i> Meneghinii												+
<i>L. martensiana</i>				+								
<i>L. porphyrosiphonis.</i> (Moebius) Gomot									+			
<i>L. spirulinoides</i>							+					+
<i>Oscillatoria angustissima</i>					+							+
<i>O. acutissima.</i> Kufferath		+					+					
<i>O. amphibian</i>				+								
<i>O. boryana</i>		+									+	
<i>O. chlorine.</i> Kütz.			+									
<i>O. formosa</i>				+					+			
<i>O. limnetica</i> Lemmermann		+				+		+		+	+	+
<i>O. pranceps</i>						+		+		+	+	
<i>O. perornata</i>				+							+	
<i>O. limosa</i> (Roth.) Agardh					+	+		+				
<i>O. geileriana</i>										+		
<i>O. tenuis</i>								+				+
<i>O. subbrevis</i>				+								+
<i>O. sancta</i>											+	
2- Family: Phormidiaceae												
<i>Arthrospira platensis</i>								+				
<i>Phormidium mucicola.</i>		+										
<i>P. tenue</i>			+									+
3- Family: Stigonemataceae												
<i>Westiellopsis prolific .</i> Janet						+		+				+
4- Family: Pseudanabaenaceae.												
<i>Spirulina laxissima.</i>		+										
<i>S. subtilissima</i>						+						
5- Family: Cyanobacteriaceae .												
<i>Gloeotheca rupestris</i>											+	
3- Order: Nostocales.												
1- Family: Nostocaceae.												
<i>Anabaena cicalis .</i>									+			
<i>A. subcylindrica</i>						+						+
<i>Nostoic carneum</i>						+						+
<i>N. linka</i>			+									+
<i>N. muscorum</i>				+								
<i>N. spongiaeform</i>			+								+	
2- Family: Nostochopsidaceae												
<i>Nostocopes sp</i>				+								
3- Family: Merismopediaceae												
<i>Merismopedia glauca</i>							+					
<i>Synechococcus aeruginosus</i>					+							
4- Family: Microcystaceae												
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	+			+		+	+					+
<i>M. flos-aquae</i>		+			+			+	+			
4- Order: Stigonematales												
Family: Stigonemaceae												
<i>Stigonema ocellatum</i>		+			+							
6- Division: Euglenophyta												
Order: Euglenales.												

1- Family:Euglenaceae													
<i>Euglena proxima</i>				+									
2- Family:Phacaceae													
<i>Lepocinclis glabra.</i>								+					
<i>Phacus anacocclus</i>				+									
<i>P. acuminatus</i>				+									
<i>P. curvicauda</i>				+									
<i>P. longicauda</i>				+									
<i>P. nordstedtii</i>				+									
<i>P. psedoswirenkoi</i>				+									

*إذ تعني St1 منطقة الفحامة ، St2 منطقة جزيرة بغداد السياحية ، St3 منطقة جسر المثنى ، St4 منطقة الكريعات ، St5 منطقة العطيفية ، St6 منطقة مدينة الطب ، St7 منطقة بعد مدينة الطب ، St8 منطقة الشوكة ، St9 منطقة بعد الشوكة ، St10 منطقة الجادرية ، St11 منطقة الدورة ، St12 منطقة الزعفرانية .

الجدول (2) يوضح كثافة الانواع الطحلبية ضمن مواقع الدراسة الحالية من خلال عائلية الانواع المشخصة والبالغة 263 نوع لمختلف انواع الطحالب والتي أحتوتها 6 أقسام رئيسية ومهمة في علم الطحالب ، أذ بلغت الكتلة الحية للطحالب في مجمل الدراسة لكافة المحطات 507476 خلية / لتر كما تدرجت الكتلة الحية للطحالب ضمن الاقسام الستة المشخصة Bacillariophyta و Chlorophyta و Cyanophyta و Euglenophyta و Chrysophyta و Pyrrhophyta أذ بلغت كثافتها 492179 و 8597 و 5239 و 843 و 454 و 164 خلية / لتر على التوالي والجدول (2) يبين ذلك .

جدول (2) الكتلة الحية للطحالب المشخصة والمحسوبة ب خلية / لتر ضمن مواقع الدراسة

المحطات الاقسام الطحالب	شمال بغداد				وسط بغداد					جنوب بغداد			الكتلة الحية للطحالب ضمن الاقسام
	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11	St12	
1- Chlorophyta	487	934	496	1419	822	436	402	436	138	411	220	2396	8597
2- Chrysophyta	0	87	11	26	0	43	21	116	85	12	11	42	454
3- Pyrrhophyta	22	0	0	61	14	0	0	22	11	0	34	0	164
4- Bacillariophyta.	534	10703	218	470539	3032	744	179	727	250	1312	194	3747	492179
5- Cyanophyta.	169	410	179	1274	236	401	240	477	189	338	182	1144	5239
6- Euglenophyta	0	0	0	832	0	0	0	11	0	0	0	0	843
Total	1212	12134	904	474151	4104	1624	842	1789	673	2073	641	7329	507476

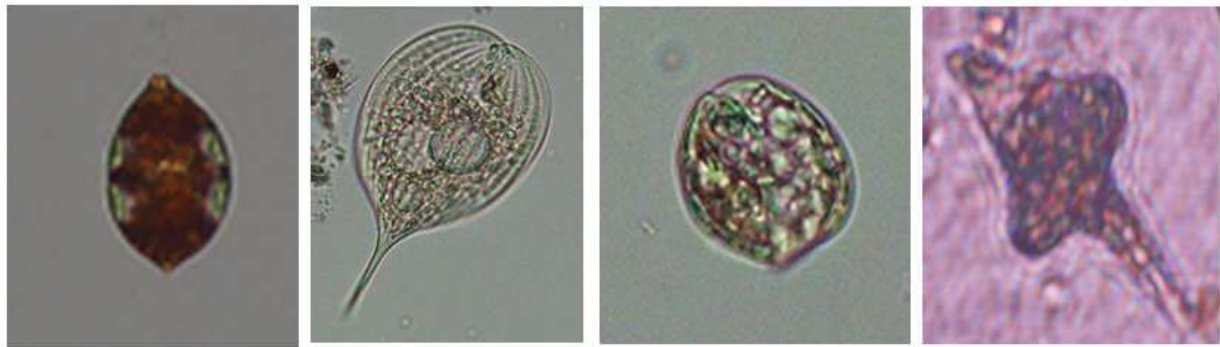
أضافة الى امتلاك الدراسة الحالية الى 9 صفوف تضم 28 رتبة والرتب تضم 65 عائلة لـ 95 جنس تابعة 263 نوع وكانت أغلب الانواع المشخصة عائدة الى Bacillariophyta البالغة 127 نوع و 32 جنس وبنسبة مئوية 48.28% أما قسم Cyanophyta بلغ 59 نوع لـ 19 جنس وبنسبة مئوية 22.43% وقسم الطحالب Chlorophyta فقد بلغت الانواع 58 نوع لـ 31 جنس وبنسبة مئوية 22% وقسم الطحالب Euglenophyta بلغ 8 أنواع لـ 3 أجناس وبنسبة مئوية 3.04% وقسم الطحالب Pyrrhophyta بلغ 6 أنواع لـ 5 أجناس وبنسبة مئوية 2.25% أما قسم الطحالب Chrysophyta فقد بلغت الانواع فيها 5 أنواع لـ 5 أجناس وبنسبة مئوية 2% والجدول(3) يبين ذلك .

جدول(3) التصنيف العام للانواع المشخصة ضمن الاقسام .

Division	Class	Order	Family	Geneus	Spaces	النسبة %
Chlorophyta	4	14	22	31	58	22
Chrysophyta	2	5	5	5	5	2
Pyrrhophyta	1	2	4	5	6	2.25
Bacillariophyta.	1	2	21	32	127	48.28
Cyanophyta.	1	4	11	19	59	22.43
Euglenophyta	-	1	2	3	8	3.04
Total	9	28	65	95	263	%100

بعض أنواع الطحالب السائدة في البيئة المائية العراقية بنهر دجلة ضمن مدينة بغداد

1- بعض الطحالب اليوجلينية



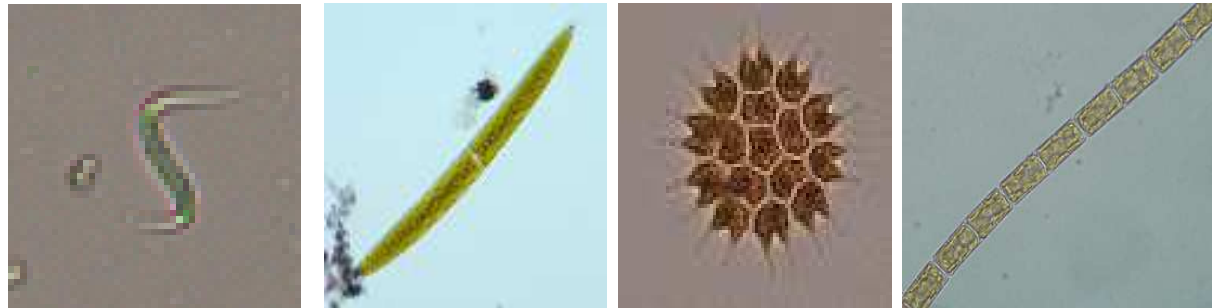
Lepocinclis sp.

Phacus curvicauda

Phacus sp.

Euglena proxima

2- بعض الطحالب الخضراء

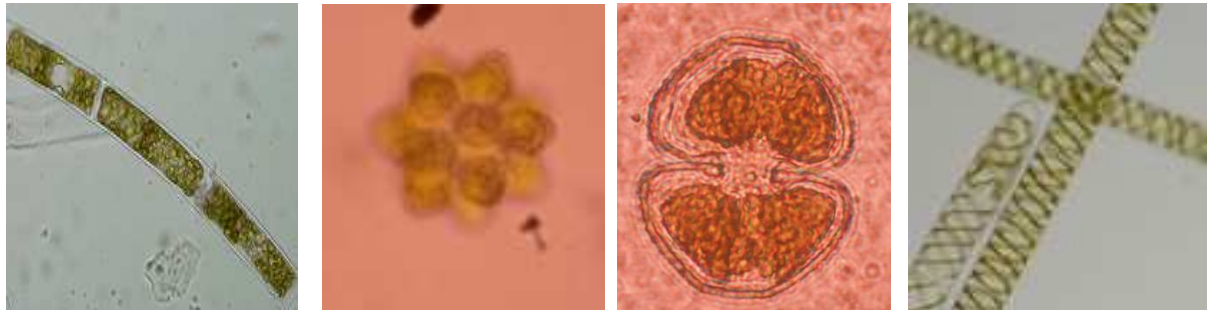


Monorephidum contortum

Closterium leibleinii

Pediatrum duplex

Ulothrix tenuissima

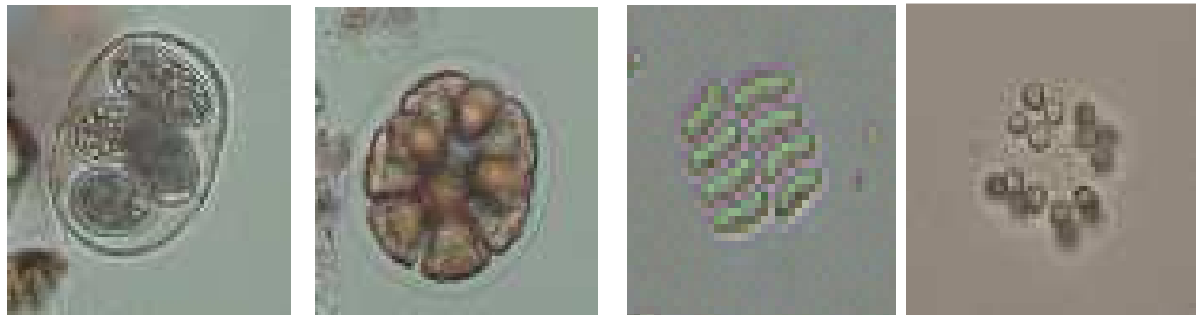


Mougeotia scalaris

Coelastrum microporum

Cosmiarium sp

Spirogyra aequinoctialis



Oocystis sp.

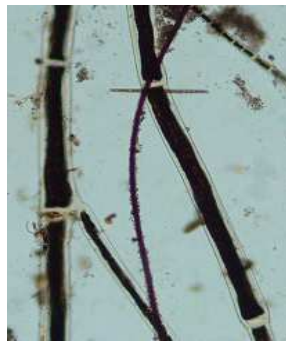
Pandorana sp.

Scenedesmus sp.

Dictyosphaerium sp.



Oedogonium capillare



Cladophora crispate

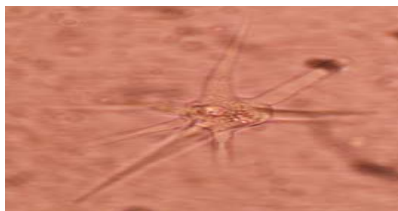


Ankistrodesmus sp.



Scenedesmus quadricadi

3- بعض صور قسم الطحالب الذهبية



Chrysidiastrum catenatum



Tribonema bombycinum



Dinobryon cylindricum

4- بعض صور قسم الطحالب الخضراء المزرقة



Lyngbya allorgei



Anabaena cicinalis



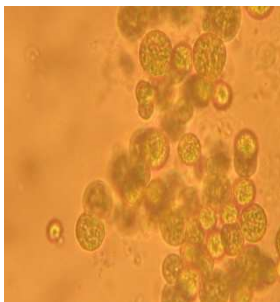
Oscillatoria pranceps



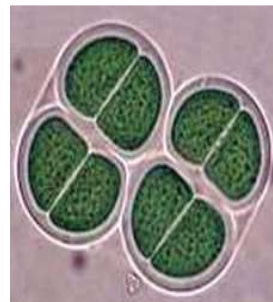
Stigonema ocellatum



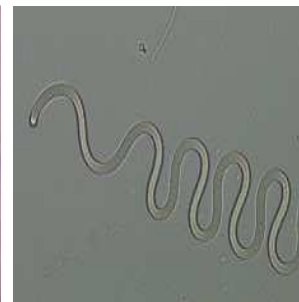
Gloeocapsa aeruginosa



Microcystes aeruginosa



Chroococcus minor



Arthrospira platensis



Westiellopsis prolifica

Nostoc sp.

Nostochopsis lobatus

Nostoc linka



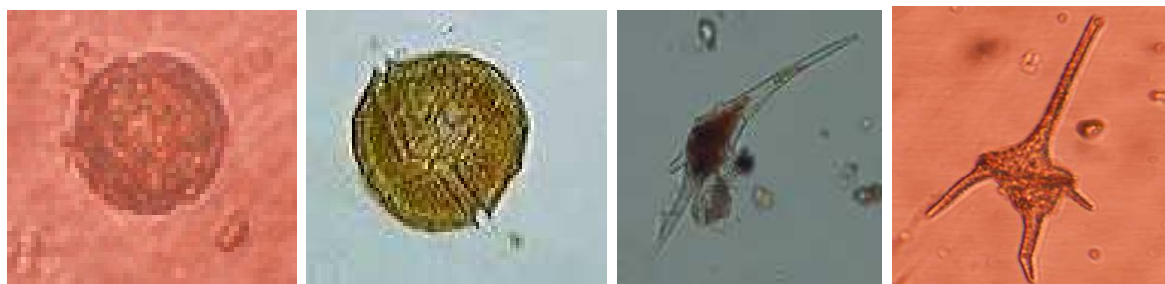
Spirulina laxissima

Oscillatoria subbrevis

Merismopedia glauca

Phormidium mucicola

5 - بعض صور من قسم الطحالب البروات



Peridinium inconspicuum

Gymnodinium palustre

Ceratium sp.

Ceratium hirundinella

6 - بعض صور من قسم الطحالب الدايتومية



Epithemia argus

Mastogloia smithii

Cymbella affinis

Diploneis species



Cymatopleura sp.



Gyrosigma sp.



Rhoicosphenia curvata



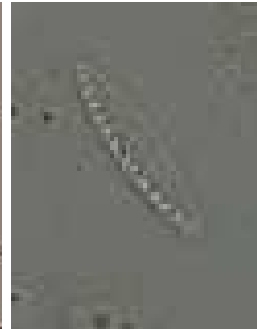
Rhopalodia gibba



Cyclotella meneghiniana



Nitzschia longissima



Nitzschia palea



Coccones placentula



Coccones pediculus



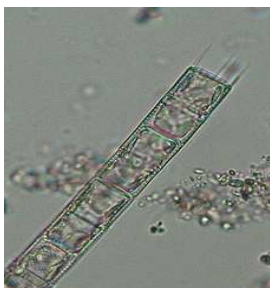
Gomphonema sp.



Gomphonema constrictum



Bacillaria paxillifer



Melosira granulata



Achnanthes affinis



Fragilaria crotonensis



Cymatopleura elliptical

المناقشة

شخصت الدراسة الحالية 263 نوع لـ 95 جنس من الطحالب متمثلة بصف الطحالب الدايتومية وهو الصف السائد على بقية الصفوف وكانت نسبتها المئوية 48.28% من المجموع الكلي للأنواع ، وكانت الطحالب السائدة للصف ممثلة بطحالب *Cyclotella* و *Stephanodiscus* و *Anomoeoneis* و *Epithemia* و *Diatoma* و *Rhoicosphenia* و *Surirella* و *Fragilaria* و *Navicula* و *Pinnularia* و *Nitzschia* ، تلتها صف الطحالب الخضر المزرقة بنسبة مئوية بلغت 22.43% وبسيادة طحلب *Nostoc* و *Lyngbya* و *Oscillatoria* و *Gloeocapsa* و *Phormidium* و *Chroococcus* و *Aphanocapsa* و *Microcystes* و *Merismopedia* و *Westiellopsis* ثم تلتها صف الطحالب الخضراء بنسبة مئوية 22% بسيادة طحلب *Chlamydomonas* و *Pediastrum* و *Mougeotia* و *Monorephidium* و *Scenedesmus* و *Oedogonium* و *Kirchneriella* . أن بقية الاقسام القليلة التواجد مثل قسم الطحالب اليوجلينية الذي بلغت نسبتها 3.04 % وقسم الطحالب البروات البالغة 2% وذلك بسبب قاعدية مياه نهر دجلة او متعادل بعض الشئ في حين هذه الأنواع من الطحالب توجد في المياه الحامضية إذ تشير أغلب الدراسات السابقة الى أقل درجة لاس الهيدروجيني والبالغ 7.3 في مياه نهر دجلة كما تؤكد ما جاء به [18] و [19]. وفي دراسة [20] تم تشخيص 231 نوع ، كما تميزت الطحالب في الدراسة الحالية بوفرة وتنوع الانواع والاجناس الطحلبية والذي يعود الى ارتفاع مستوى التلوث

لنهر دجلة بصورة عامة. كما تتوافر جميع العناصر المغذية للطحالب مثل النتروجين والفوسفات والكالسيوم والمغنيسيوم [21]. كما أكدت دراسة [22] علماً أن العوامل البيئية من أهم المحددات لنمو الطحالب الخضراء المزرقة والدايتومات وفق دراسات بيئية في المزارع المستمرة للطحالب والتي تمثلت بدرجة الحرارة والإضاءة والأس الهيدروجيني والملوحة والمغذيات الكبرى والمغذيات الصغرى، ويعود سبب وجود أملاح الكاربونات والبيكربونات في المياه الطبيعية بكثرة في فصل الصيف بسبب انخفاض منسوب نهر دجلة وفي فصل الشتاء نتيجة هطول الأمطار التي تجرف معها الأملاح وهذا ساعد على نمو الطحالب بكثرة، كما أن الدايتومات تستطيع النمو والتكاثر في مدى واسع من التغيرات البيئية مثل درجة الحرارة وشدة الإضاءة والمغذيات النباتية والملوحة [23] و [24]. إضافة إلى الارتفاع في التوصيلية الكهربائية التي تؤدي إلى زيادة الأملاح الذاتية وتعتمد على نوع الأيونات الموجودة وتراكيزها، وقد يعود سبب زيادة التوصيلية الكهربائية إلى ما تحمله الأنهار من أطنان الرواسب الرملية والعناصر المختلفة المحملة بالأملاح، ويستخدم المجموع الكلي للمواد الصلبة الذاتية بوصفه مؤشراً رئيساً على قياس نوعية المياه، وأن المواد الصلبة تتكون بشكل أساسي من أملاح ومعادن ويمكن أن تضم مواداً عضوية [25]. بالإضافة إلى هذا فإن البيئة المائية العراقية شهدت تنوع إحياء جراء التغيرات في بعض الصفات الكيميائية مما أدت إلى ظهور أنواع جديدة لم تسجلها الدراسات السابقة المحلية في العراق نهائياً وهذا في دراسة [26] التي سجلت أربعة أنواع تعود لثلاثة أجناس متمثلة بطحلب *Bacillosiphon* sp و *induratus Bacillosiphon* التابعة لشعبة الطحالب الخضراء وطحلب *Nostochopsis* sp التابع لشعبة الطحالب الخضراء المزرقة وطحلب *Pleuropsis* sp التابعة لشعبة الطحالب الدايتومية رتبة الطحالب الريشية، كما طبقت الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات التي شخّصت بها الطحالب المنتجة للسموم الطحلبية ضمن الأنواع المحلية والتي تكررت في جميع محطات الدراسة مثل طحلب *Microcystis* و *Lyngbya Oscillatoria* و *Phormidium* و *Anabaena* والتي هي من أخطر أنواع الطحالب المنتجة للسموم [27] و [28].

المصادر العربية

السعدي، حسين علي. (2006). البيئة المائية دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع. عمان. الأردن.

التميمي، عبد الناصر عبد الله مهدي (2006). استخدام الطحالب أدلة إحيائية لثلاث الجزء الأسفل من نهر دجلة بالمواد العضوية. أطروحة دكتوراه، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد، 208 ص.

الحسيني، أحمد عيدان وحمود، أمل حمزة وعبد السادة، عذراء ورزوقي، أحمد محي وزامل، حسن. (2012). "خفض نسبة الفوسفات والنترات في الأوساط المحضرة صناعياً ومن مياه الفضلات باستخدام طحلب *Scenedesmus quadricauda*". مجلة مركز بحوث التقنيات الإحيائية. المجلد 6 العدد الأول. ص 42-50.

الحسيني، أحمد عيدان وكامل، رويدة فاهم وفائق، عيبر. (2013). تشخيص بعض أنواع الطحالب الملصقة على السطوح المغورة في البيئة المائية لنهر دجلة – العراق. الجامعة المستنصرية. مجلة كلية العلوم. المجلد 24، العدد 3 ص 15 – 28.

الحسيني، أحمد عيدان و جاسم، أحمد أبراهيم و لفته، حيدر بير. (2013). الاضرار الناجمة من تواجد الطحالب الخضراء المزرقة على الأحياء المجهرية في مصادر المياه. مجلة العلوم الحديثة والتراثية في السويد، 1(2): 152-162.

REFERENCES

- [1] Prescott, G.W.(1964). The alga: A review. Houghton Mifflin comp. Boston, 436 pp.
- [2] Murphy, S. (2004). General Information on temperature Research analyst, Basin project. . Available on the World.
- [3] Montagnes, D. J. S. and Franklin, D. J. (2001). Effect of temperature on diatom volume, growth rate, and carbon and nitrogen content: Reconsidering some paradigms. Limnol. Oceanogr., 46 (8): 2008 – 2018.
- [4] Maulood, B.K.; Hinton, G.C.F. and AL-Dosky, H.S.(1980). Study on the blue green algae of arbelle province –Iraq. Zanco 6(2): 67 – 88 .
- [5] Adil, Y. Al-Handal. (1995). Desmids of the basrah district south Iraq. J. Int. Revue ges. Hydrobiol. (80): 89- 102
- [6] Desikachary, T.V. (1959). Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Rese- arch New Delhi. 686 pp.
- [7] Felisberto, S.A. and Rodrigues, L. (2004). Periphytic Desmids in Corumba', Goiás, Brazil: Genus *Cosmarium* Corda. Braz. J. Biol., 64 (1): 1-2.
- [8] Prescott, G.W. (1964). the Fresh-Water Algae. William, C. Brown Co., Publ. Dubuque, Iowa, 222 pp.
- [9] Edward G. Bellinger. and David C. Sige. (2010). Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. Printed in Great Britain by Antony Rowe, Ltd. Chippenham, Wilts. pp 285.
- [10] A. M. Chia.; S. P. Bako.; S. Alonge. and A. K. Adamu. (2011). Records of Diatoms and Physicochemical Parameters of Seasonal Ponds in Zaria- Northern Nigeria . West African Journal of Applied Ecology, vol. 18.
- [11] Mi-Ae Song.; Ok-Jin Kim. and Ok-Min Lee. (2012). The distribution and ecological factors of aerial algae inhabiting stoneworks in Korea. J. Algae, 27(4): 283-294.
- [12] Lilian, C. F. and Simoni, M. L. (2013). Checklist of green algae (Chlorophyta) for the state of Mato Grosso, Central Brazil. Journal of species lists and distribution. Check List 9(6): 1471–1483.
- [13] Minh, N.P.; Simon, M. and Hazelina, H. T. (2011). Checklist of the algae of Singapore , 2nd edition. Raffles Museum of Biodiversity Research National University of Singapore .
- [14] Al-Mahdawi, M.M. and Huda, A. A. (2013). fifteen new records for fresh water algae of iraq. Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety. Volume 8, ISSN 1314-7234 (Online).
- [15] Jan, K.; Karolina, F.; Tomáš, H. and Markéta, B. (2011). Microvegetation on the top of Mt. Roraima, Venezuela. J. Fottea 11(1): 171–186.
- [16] Didem, K.; Kran, D. and Nurhayat, D. (2004). A Taxonomic Study on the Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). J. Research Article, 28 : 473-485.

- [17] APHA .(1989). Standarded methods for the examination of water and wastewater .17th ed .American Public Health Association , 18 street, New york.
- [18] Perscott, G. W. (1973). Algae of the Western Great Lakes area. William C. Brown Co, Publishers, Dubuqu, Iowa.
- [19] Kassim, T.I.; Sabri A.W. and Salman, S.K. (2005). The Effect of River Lesser-Zab on the Phytoplankton of River Tigris,Iraq. *Dirasat, Pure Scie.*, 32(1): 69-79.
- [20] Liou, S.M. ; Lo, S.L. and Wang, S.H. (2004). A Generalized Water QualityIndex For Taiwan.*Enviro Monit. AndAssess.* 96(1-3): 35-52.
- [21] Kasim, M. & Mukai, H. (2006). Contribution of Benthic and Epiphytic Diatoms to Clam and Oyster productionin the Akkeshi-Ko estuary. *J. Oceanogr.*,62:267-281.
- [22] Al-Haidarey, M.J.S. (2009). Assessment and Sources of Some Heavy Metals in Mesopotamian Marshes. Ph.D. Thesis, College of Science for Women, University of Baghdad, 158 pp.
- [23] Al-Husseiny,A.A.,Jessim,A.I.and Lafta,H.Y.(2013).Investigation of toxic algae populations (cyanobacteria and diatoms)in some selected drinking water plants in Baghdad .J. Genet .Environ .Resour.Conserv.,1(3):287-297

Evaluation de la qualité hygiénique des viandes et de certains produits carnés prélevés de la ville de Fès, Maroc

[Evaluation of the hygienic quality the meat and some meat products collected from Fez city, Morocco]

Laila BENNANI¹⁻²⁻³, Sanae BERRADA¹, Bouchra SALAME²⁻⁴, Mohamed AABOUCH¹, and Abdelhakim El OUALI LALAMI¹

¹Laboratoire Régional de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu, Direction Régionale de la Santé, Hopital El Ghassani, Fès, Maroc

²Institut Supérieure des Professions Infirmières et des Techniques de Santé Fès, Maroc

³Département de Microbiologie, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Laboratoire de Pathologie Humaine, Biomédecine et Environnement, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Fès, Maroc

⁴Département de Biologie, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Laboratoire d'Analyse Biotechnologie et Préservation des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Dhar El Mehraz, Fès, Maroc

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A total 226 meat and some product meat samples were collected from different production point in Fez city (Morocco) and were analyzed, in order to determine the hygienic quality of those products. In this regard, aerobic mesophilic flora, coliforms, *Staphylococcus aureus*, sulphito-reducing Clostridium, *Salmonella spp.*, were counted on meat and some product meat samples that were diluted serially (ten-fold) and inoculated on selective media. The microbiological quality analysis showed that 67.29% of these samples are non-compliant. The Results obtained showed that the beef piece represents a 66.66% of non-compliance rate; beef mincemeat 73.38%; 70.96% for meat sausages; beef liver 63.63%. Concerning poultry, the rate of non compliance is the 58.69% for poultry meat; the 90.00% for poultry mincemeat; the 90.90% for chicken sausage; the 16.66% for chicken liver. By against, the charcuteries have a 26.66% the non-compliant rate. The origin of the non-compliance of the meat and meat product (beef and poultry) samples are the bacterial indicators of fecal contamination with a percentage the 89.94%, followed by pathogens and toxigenic germs such as *Salmonella* of 31.84%; sulphite-reducing anaerobes 23.46% and 16.75% of *Staphylococcus aureus*. The serotyping of 23 salmonella strains has identified various serotypes, such as *S.kentucky*, *S.enteritidis*, *S.kouka*, *S.sao*, *S.westhampton*, *S.mentson*, *S.anatum*, *S.chichester*, *Salmonella* Group C3 and *Salmonella* Group E4. The results obtained may present a real danger of food poisoning. However, hygiene precautions must be applied and imposed to sector concerned, in order to improve the hygienic quality of the meat and meat products in different points of production (slaughter, processing, transport and sale).

KEYWORDS: Meat products, Microbiological quality, Salmonelles, Serotyping, Fez, Morocco.

RESUME: La présente étude consiste à l'évaluation de la qualité hygiénique de 266 échantillons de viande et de produits carnés prélevés à partir de différents points de vente de la ville de Fès, au Maroc. L'analyse de la qualité microbiologique de ces échantillons a révélé que 67,29% sont non conformes. Ce pourcentage de non conformité diffère d'une catégorie à une autre. En effet, la viande de bœuf représente un taux de non conformité de 66,66% ; la viande hachée de bœuf de 73,38% ; les saucisses de viande de boeuf 70,96% ; le foie de bœuf de 63,63%. En outre, le taux de non conformité de la viande de volaille est de 58,69% ; la viande hachée de volaille de 90,00% ; les saucisses de volaille de 90,90% ; le foie de volaille de

16,66%. Alors que le taux de non conformité des charcuteries (viande transformée à base de bœuf et de volaille) est de 26,66%. L'origine de la non-conformité de ces échantillons analysés des viandes et des produits carnés à base de bœuf et de volaille sont les germes de contamination fécale avec un pourcentage de non-conformité total de 89,94%, suivie par les germes pathogènes et toxinogènes tels que les *Salmonelles* (31,84%) ; les anaérobies sulfito-réducteurs (23,46%) et les *Staphylococcus aureus* (16,75%). Le sérotypage de 23 souches de salmonelles a permis d'identifier plusieurs sérotypes différents. Ces résultats peuvent présenter un réel danger de toxi-infection alimentaire. Il est donc nécessaire d'améliorer la qualité hygiénique de la viande et des produits carnés, notamment au niveau de la ville de Fès en sensibilisant les secteurs concernés à adopter les bonnes pratiques d'hygiène à tous les niveaux de production, abattage, transformation, transport et vente afin d'assurer une meilleure sécurité sanitaire du consommateur.

MOT-CLEFS: Produits carnés, Qualité microbiologique, Salmonelles, Sérotypage, Fès, Maroc.

1 INTRODUCTION

D'après la FAO, la consommation mondiale de viande, toutes productions animales confondues, a atteint 286,2 millions de tonnes en 2010 [1]. Au Maroc, la viande rouge occupe une part importante dans l'alimentation humaine, avec une production annuelle moyenne de 152 000 tonnes de viande bovine, 116 000 tonnes de viande ovine, 51 000 tonnes d'abat, et 47 000 tonnes d'autres types de viandes rouges (caprine, cameline et chevaline) [2]. Sur le plan nutritionnelle, La viande est un aliment composite et complexe. Certains de ses constituants sont des atouts nutritionnels comme les lipides et les protéines, de ce qui fait, la viande est une denrée très périssable. En effet, les maladies infectieuses d'origine alimentaire sont souvent liées à des défaut d'hygiène et peuvent être grave comme le cas des toxi-infections à *Escherichia coli* O157 [3] ou à *Salmonelles* qui présentent une importance considérable dans les domaines vétérinaires et sur le plan médical, tant par les pertes économiques dues à la maladie animale, que par la forte incidence chez l'homme ; des fièvres typhoïdes et des toxi-infections alimentaires à salmonelles [4]. Les salmonelloses peuvent donner lieu à des foyers très importants qui peuvent atteindre une échelle nationale si un aliment commercialisé à large diffusion se trouve contaminé. En 1994 aux états unis par exemple une épidémie provoquée par une crème glacée a touché 224 000 personnes. En France, en 2001, 64 % des toxi-infections alimentaires déclarées avec agent pathogène identifié, ont été provoquées par des *Salmonella* et ont touchés plus de 1700 personnes [5]. En 2005, 146 nourrissons ont été touchés et du lait infantile était à l'origine de l'épidémie [6].

Les *Salmonelles* peuvent posséder trois types d'antigènes présentant un intérêt dans le diagnostic. L'antigène somatique O (Ag O) est un antigène de la paroi porté par les chaînes spécifiques du lipopolysaccharide (LPS) qui possède des propriétés immunisantes [7], cet antigène est formé d'une fraction lipidique appelée lipide A qui est responsable des effets toxiques [8], l'antigène flagellaire (Ag H) est un polymère de flagelline (protéine de structure des flagelles) et l'Antigène de virulence (Ag Vi) est un antigène de l'enveloppe, qui a été identifié chez trois types de sérovars : Typhi, Paratyphi C et Dublin mais toutes les souches de ces sérovars ne possèdent pas forcément cet antigène [7]. Il existe environ 2000 sérovars de *Salmonella*, classés en groupes et en sous groupes d'après leur antigène O communs et constants. L'antigène Vi sert à différencier des sérotypes dans les groupes C et D : il rend O inagglutinable chez les sérovars *S. typhi* et *S. paratyphi*. Le pouvoir pathogène est différent pour les salmonelles typhiques, paratyphiques et non typhiques.

Dans le cadre du contrôle et de la prévention des toxi-infections alimentaires d'origine animale, cette étude a été réalisée dont les objectifs sont : l'étude de la qualité hygiénique des viandes et produits carnés ainsi que l'identification biochimique et sérologique des souches de *Salmonella spp* isolées.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ÉCHANTILLONNAGE

Les échantillons des viandes et de produits carnés (n=266) représentés par 66,91% des produits carnés à base de bœuf, 27,44% des produits carnés à base de volaille et 5,63% de charcuterie ont été prélevés chez des vendeurs de la ville de Fès, dans des conditions aseptiques par des Techniciens d'Hygiènes du Milieu et acheminés au laboratoire dans une glacière maintenue à 4°C.

2.2 PREPARATION DE L'ÉCHANTILLON A ANALYSER

25 g de l'échantillon a été diluée dans 225 ml de l'eau peptonée tamponnée préalablement stérilisée pour la préparation de la solution mère (dilution (10^{-1})), les sachets ont été soumis ensuite à une agitation dans un stomacher afin d'assurer la dispersion des germes. A partir de cette solution mère, des dilutions décimales ont été réalisées, en transférant aseptiquement 1ml de la solution mère dans des tubes contenant 9ml d'eau physiologique stérile.

2.3 DENOMBREMENT DE LA FLORE MESOPHILE AEROBIE TOTALE (FMAT) (NM 08.0.121)

Le dénombrement de la FMAT a été réalisé par la méthode d'ensemencement en profondeur sur le milieu PCA (Plate Count Agar). 1ml de la solution mère et des dilutions décimales ont été déposés aseptiquement dans différentes boîtes de pétri stériles et 10 à 15 ml du milieu PCA maintenue à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ environ ont été ajoutés. L'incubation a été réalisée à 30°C pendant 24 à 48 h. Les colonies apparues sont comptées.

2.4 DENOMBREMENT DES COLIFORMES FECALUX (NM 08.0.124)

À partir de la dilution mère et des dilutions décimales, 2 séries de 1 ml de la solution mère et des dilutions décimales ont été déposés dans des boîtes de Pétri, 10 à 15 ml de la gélose au Désoxycholate Lactose refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ ont été ajoutés dans chaque boîte. Une série de boîtes a été incubée à 30°C , pendant 24 à 48h et servira à la numération des coliformes totaux. L'autre série a été incubée à 44°C pendant 24 à 48h et servira à la numération des coliformes fécaux.

2.5 DENOMBREMENT DES STAPHYLOCOCCUS AUREUS (NM ISO 6888 2002, NM 08.0.104)

Le dénombrement des *Staphylococcus aureus* a été effectué par un étalement de 0,1ml de la solution mère et des dilutions décimales à la surface du milieu Baird Parker d'une façon homogène, puis l'incubation est réalisée à 37°C pendant 24h à 48heures. Les colonies noires, brillantes, convexes et entourées d'une zone d'éclaircissement (colonies suspectes) ont été ensuite inoculées dans le bouillon BHI et incubées à 37°C pendant 24 heures. Un volume de 0,3 ml de cette culture a été additionné à 0,3 ml du plasma de lapin, les tubes ont été ensuite incubés à 37°C pendant 24 heures afin de révéler la présence de la coagulase.

2.6 DENOMBREMENT DES ANAEROBIES SULFITO-REDUCTEURS (NM 08.0.125)

1ml de la dilution mère et des dilutions décimales ont été ensemencés dans des tubes contenant 20 ml du milieu SPS, fondue puis refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$. L'inoculum et le milieu de culture ont été mélangés doucement, sans faire de bulle pour ne pas provoquer une oxygénation du milieu. Les tubes ont été incubés à 44°C , pendant 24 à 48 h.

2.7 RECHERCHE DES SALMONELLES (NM 08.0.116)

Les salmonelles sont recherchées selon la Norme Marocaine NM 08.0.116 en procédant à un pré-enrichissement de 25g d'aliment à 225 ml d'eau peptonnée tamponnée, incubé à 37°C pendant 18 à 24h. L'enrichissement est réalisé en ajoutant 0,1 ml du milieu du pré-enrichi dans 10 ml du bouillon Rappaport et incubé à 42°C pendant 18 à 24 heures. En suite l'isolement a été fait par épuisement sur le milieu Hektoen. Les boîtes de pétri ont été incubées à 37° pendant 24h. Les *Salmonella* apparaissent sous forme de colonies verdâtre ou verdâtre avec centre noirâtre. Les isolats suspects, ont été repiqués sur gélose nutritive, en vue de leur identification. L'identification biochimique a été effectuée par une mini-galerie en utilisant le milieu kligler, urée – indole, ONPG, Oxydase, etc. Les souches en faveur des salmonelles ont été identifiées par Galerie Api 20E.

2.8 SÉROTYPAGE DES SALMONELLES

Le sérotypage des Salmonelles sert à déterminer la prévalence et la surveillance épidémiologique des souches de *Salmonella* collectées. L'interaction antigène-anticorps est le principe clé de cette technique, en effet, les antigènes qui y sont impliqués sont portés par les bactéries à étudier, quant aux anticorps, ils sont représentés par les anti-sérums. Cette réaction est visualisée par une agglutination sur lame qui est le résultat macroscopique de la réaction antigène-anticorps. La lecture des résultats a été faite selon le tableau de Kauffmann White [9], [10].

3 RÉSULTATS

3.1 POURCENTAGE DE LA NON-CONFORMITE DES ECHANTILLONS PAR CATEGORIE DE VIANDE ANALYSES

La non conformité des échantillons a été apprécié selon l'arrêté conjoint (2004) du Ministère de L'Agriculture et du Développement Rural, du Ministère de la Sante et du Ministère d'industrie, du Commerce et des Télécommunications n°1737-02 relatif aux normes microbiologiques et auxquelles doivent répondre les denrées animales ou d'origine animale.

Les résultats de non conformité des échantillons des viandes et des produits carnés analysés au cours de cette étude révèlent que les saucisses et les viandes hachées ont présentés le taux de non conformité le plus élevé dépassant 70% pour la catégorie de bœuf et 90% pour la volaille. Suivie par les viandes crues de bœuf (66,66%) et de volaille (58,69%), le foie de bœuf (63,63%), les charcuteries (26,66%) et le foie de volaille (16,16%) (Figure 1).

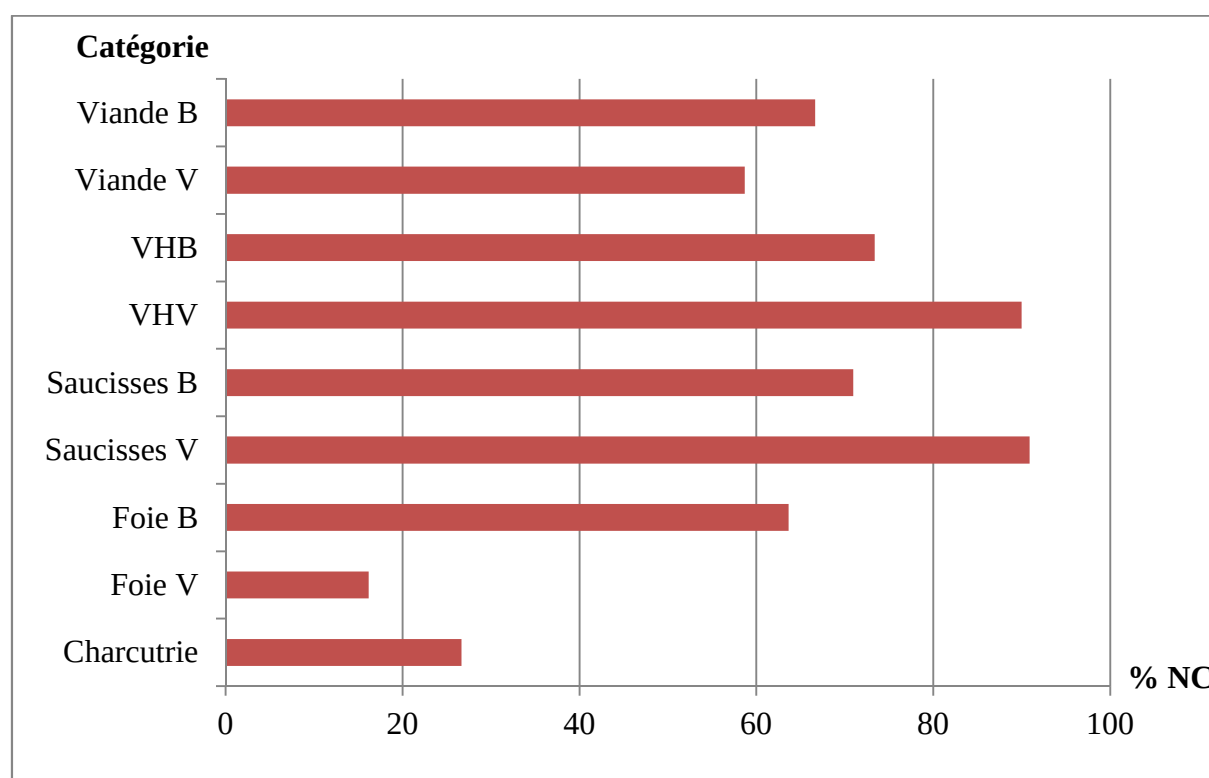


Figure 1 : Pourcentage de la non-conformité par catégorie de viande analysé

3.2 ORIGINE DE LA NON CONFORMITE DES ECHANTILLONS ETUDIES

Les résultats de la recherche des bactéries responsables de la non-conformité des viandes et des produits à base de viande montrent que les coliformes sont responsables de la non-conformité de la majorité des produits analysés, les taux diffèrent d'un produit à un autre et le pourcentage élevé est enregistré dans les saucisses de volaille avec une valeur de 81,81%. Pour les bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) ont été trouvées dans tous les produits de viande et à base de viande à l'exception du foie de volaille et de charcuterie, le pourcentage assez important est mesuré dans la viande de bœuf (33,33%) (Tableau 1).

Concernant *Staphylococcus aureus*, les résultats obtenus montrent une absence de cette bactérie dans les morceaux de la viande de bœuf, le foie de volaille et la charcuterie. Alors que, la viande de volaille, les produits à base de volaille ainsi que le foie de bœuf sont contaminés par *S. aureus* et les taux de non-conformité varient d'une catégorie à une autre et le pourcentage élevé est observé dans les saucisses de volaille (27,27%) (Tableau 1).

Les résultats de la recherche de Salmonelles montrent que les produits à base de viande de volaille présentent les taux de contamination les plus élevés, 40% (viande hachée), 27,27% (saucisses de volaille) et 33,33% (le foie). En outre, les

pourcentages les moins élevés sont observés dans la viande de bœuf et les produits à base des viandes de bœuf, 25% (viande de bœuf), 26,61% (viande hachée), 19,35% (saucisses) et 9% (foie) (Tableau 1).

Tableau 1 : Pourcentage des bactéries responsables de la non conformité des viandes et des produits carnés

	Pourcentage de non-conformité (%)				
	FMAT	CF	ASR	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella spp.</i>
Viande de bœuf (morceau)	41,66	66,66	33,33	0	25
Viande de volaille (morceau)	15,21	50	13	6,52	13
Viande haché du bœuf	13,7	66,12	16,12	13,76	26,61
Viande haché de volaille	30	80	10	10	40
Saucisses de bœuf	16,12	64,51	25,8	16,12	19,35
Saucisses de volaille	18,18	81,81	9	27,27	27,27
Foie de bœuf	9	54,54	18,18	9	9
Foie de volaille	0	50	0	0	33,33
Charcuterie	0	26,66	0	0	0

3.3 SÉROTYPAGE DES SOUCHES DE SALMONELLA ISOLÉES

Les résultats du sérotypage de 23 souches de *Salmonella* isolées à partir des échantillons de viandes et des produits carnés à base de bœuf et de volaille analysés montrent l'existence de 10 sérotypes différents ; *S.kentucky*, *S.enteritidis*, *S.kouka*, *S.sao*, *S.westhampton*, *S.mentson*, *S.anatum*, *S.chichester*, *Salmonella Groupe C3* et *Salmonella Groupe E4* (Tableau 2).

Tableau 2 : Sérotypage des souches de Salmonella isolées

Origine	Sérotipe
Viande Bœuf	<i>S.kentucky</i>
Viande Volaille	<i>Salmonella Groupe C3</i>
2 Viande hachée bœuf	<i>S.kentucky</i>
2 Viande hachée bœuf	<i>S.kouka</i>
2 Viande hachée bœuf	<i>S.sao</i>
Viande hachée bœuf	<i>S.westhampton</i>
Viande hachée bœuf	<i>S.enteritidis</i>
Viande hachée bœuf	<i>S.mentson</i>
Viande hachée bœuf	<i>S.anatum</i>
Viande hachée bœuf	<i>S.chichester</i>
Viande hachée bœuf	<i>Salmonella Groupe E4</i>
Viande hachée bœuf	<i>Salmonella Groupe C3</i>
3 Viande hachée volaille	<i>S.kentucky</i>
3 Viande hachée volaille	<i>S.enteritidis</i>
Viande hachée volaille	<i>Salmonella Groupe E4</i>
Foie de volaille	<i>Salmonella Groupe C3</i>

4 DISCUSSION

L'analyse microbiologique de 266 échantillons de viande et de produits carnés prélevés à partir de différents points de vente de la ville de Fès a révélé que 67,29% sont non conformes. Ce résultat est similaire à celui obtenu par [11].

Les taux des micro-organismes trouvés dans tous les échantillons crus sont beaucoup plus élevés que dans les produits de charcuteries. En effet le salage et les épices associés avec le séchage et le fumage ont fait diminuer la flore microbienne au niveau trouvé et qui a minimisé cette charge microbienne.

Les coliformes fécaux sont responsables de non conformité de tous les types de viandes et de produits carnés. La contamination par les coliformes fécaux témoigne de la qualité hygiénique non satisfaisante de ces aliments et des

conditions d'hygiène insuffisantes lors de leur préparation [12]. Les CF sont représentés essentiellement par les *E.coli* qui est un Hôte normal présent en grand nombre dans la flore intestinale de l'homme et des animaux, certains *E. coli* sont cependant responsables d'infections digestives ou extra-digestives. Il s'agit des *E. coli* pathogènes parmi lesquelles les souches entéro-hémorragiques car la principale maladie qu'elles provoquent chez l'homme est la colite hémorragique ou EHEC dont le sérotype O157 est bien connu. Outre la colite hémorragique, les EHEC peuvent causer de la diarrhée, le syndrome hémolytique et urémique, et le purpura thrombotique thrombocytopénique. Leurs principaux facteurs de virulence sont les shiga-toxines Stx1 et Stx2, une intimine et une entérohémolysine [13], [14]. Les infections sont le plus souvent causées par la consommation de viande de bœuf contaminée et insuffisamment cuite [13].

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) ont été trouvées dans toutes les catégories des viandes et produits à base de viande analysés, à part, le foie de volaille et les charcuteries. La contamination par les *Clostridium* se produit généralement au cours de l'abattage. En effet, *C. perfringens* est un hôte normal du tube digestif. En plus, c'est un microorganisme commun de l'environnement. La souillure initiale au niveau de l'abattoir est donc inévitable. A cette contamination s'ajoute celle introduite par les manipulateurs. En effet, dans une étude menée par [15], 47 % des manipulateurs dans les services alimentaires étaient porteurs de *C. perfringens*, 13 % des souches isolées étaient entérotoxigènes, d'où le risque représenté par les porteurs de germes surtout que la viande est très manipulée (découpage, hachage, étalage, etc.).

Les *S. aureus* ont été trouvés essentiellement dans la viande de volaille, la viande hachée et les saucisses de bœuf et de volaille. Ainsi que dans le foie de volaille. Ces échantillons ont pu être contaminés par des porteurs de *Staphylococcus aureus* au cours des diverses manipulations. A ceci s'ajoute la contamination par l'animal. Le muscle souillé superficiellement, se laisse en effet facilement pénétrer en profondeur par ces microorganismes au cours du découpage. Si l'entreposage à la température ambiante est prolongé, la viande et les produits à base de viande peuvent favoriser la prolifération de la toxogénèse de *S. aureus* provoquant alors des intoxications qui peuvent être parfois graves [16]. En effet, l'abattoir constitue l'un des points critiques majeurs de l'hygiène des viandes et l'abattage est considéré comme l'étape où les plus grandes opportunités de contamination existent (80 à 90% de la microflore des viandes parvenant aux consommateurs résultent des contaminations survenant à l'abattoir [17]. Parmi ces micro-organismes on peut citer les bactéries qui peuvent toucher la santé du consommateur en causant des toxi-infections d'origine alimentaire et celles qui peuvent altérer les caractères organoleptiques des carcasses. Parmi les bactéries pathogènes on peut citer *Salmonella ssp*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* [18], [19], [20].

Les résultats de la recherche des salmonelles ont montré leur présence dans toutes les catégories des viandes crues et des produits à base de viande crues, avec une fréquence plus élevée dans les produits à base de volaille. En effet, la contamination par les salmonelles a été respectivement de 13%, 40%, 27% et 33% dans les échantillons de viande, viande hachée, foie et saucisses à base de volaille et 25%, 26%, 9% et 19% dans les mêmes catégories respectives d'échantillons à base de bœuf. D'après [12], la volaille et plus particulièrement les œufs et les carcasses, est la source principale des cas humains des salmonelloses. Ce qui est en accord avec nos résultats.

Dans les pays membres de l'Union Européen (2004) et dans le cadre de la surveillance de la contamination des produits carnés par les salmonelles, beaucoup d'études ont été réalisées pour la recherche de *Salmonella* dans la viande bovine. La prévalence était variable en fonction des pays : 0,8% en Grèce (n=516), 2 % en Irlande (n=2176), 3% en Espagne (n=233), 3,86 % en Hongrie (n=1558) et 0,3% en Italie (n=153) [21].

Dans notre étude, 23 souches de *Salmonella* ont été isolées à partir des échantillons de viandes et des produits carnés à base de bœuf et de volaille analysés. Le résultat du sérotypage des souches isolées a montré l'existence de 10 sérotypes différents ; *S.kentucky*, *S.enteritidis*, *S.kouka*, *S.sao*, *S.westhampton*, *S.mentson*, *S.anatum*, *S.chichester*, *Salmonella* Groupe C3et *Salmonella* Groupe E4. Avec la prédominance de *S.enteritidis* et *S.kentucky* dans les produits à base de bœuf et de volaille. Ces résultats concordent avec ceux de Karraouan *et al*, 2010 qui ont mené une étude sur 192 échantillons de viande hachée crue de dinde et sur les sérotypes et la prévalence des gènes d'invasion et de virulence. Sur les 192 échantillons examinés, *Salmonella* a été isolée dans 39 (31%) des échantillons. Et 15 sérotypes différents ont été identifiés, parmi lesquels *S. kentucky* (20,5 %) était le plus fréquent, suivi par *S. Corvallis* (15,3%), *S. muenster* (12,8%), *S. Newport* (12,8%), *S. typhimurium* (5,1%) et 1 % pour les autres sérovars. Par contre en Australie, dans une étude étalée sur 262 échantillons de viande de dinde, 0,4 % (1/262) est positif pour *Salmonella* sérovar *Heidelberg* [22].

Dans une autre étude, [23] ont mis en évidence l'émergence de *Salmonella enteritidis* dans l'industrie avicole et le danger pour le consommateur qu'elle peut provoquer. En effet, Tous les sérotypes de salmonelles peuvent, en théorie, causer une infection systémique chez l'Homme au statut immunitaire diminué, alors que la plupart engendreront une diarrhée fébrile, des vomissements, des douleurs abdominales et chez les sujets âgés ou immuno-déficients des bactériémies, des septicémies et des localisations extradiigestives, en particulier vasculaires [24]. Le manque d'hygiène à la ferme et dans les

abattoirs et l'usage d'antibiotiques à large spectre représentent les facteurs de contaminations les plus importantes [25].

5 CONCLUSION

Cette étude microbiologique des viandes et des produits carnés a révélé un niveau de non conformité très élevé dans la plupart des catégories analysées, à part les produits de charcuteries qui subissent un traitement préalable leur faisant diminuer la charge bactérienne initiale. La contamination très importante de ces produits par les bactéries pathogènes analysés telles que, les coliformes fécaux, les *Staphylococcus aureus*, les ASR et les Salmonelles représente un grand danger de TIAC pour les consommateurs d'où la nécessité de mettre en place un programme de lutte efficace contre cette contamination des viandes et produits à base de viande et respecter l'hygiène depuis l'élevage à la ferme, les abattoirs, les étapes de transformation, le transport jusqu'à la vente pour le consommateur.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements les plus chers à tous qui ont participé à la réalisation de la présente étude dans les bonnes conditions.

REFERENCES

- [1] France Agrimer. Elevage/Viandes, Consommation mondiale de viande : état des lieux, dynamique, défis et perspectives, no 5, 2011.
- [2] N. Cohen et H. Karib, Risque hygiénique lié à la présence d'E.coli dans les viandes et produits carnés consommés en restauration collective. Les technologies des laboratoires-n°1, département H.I.D.A.O.A., Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. L'aliment Vie. 65, 314-27, 2006.
- [3] C. Arvieux, Les toxi-infections alimentaires. Digest, 14 (6), 4-16, 1998.
- [4] G. Bornert, Le poulet sans salmonelles : Mythe ou réalité? Revue MédVét 151(12), 1083-1094, 2000.
- [5] S. Haeghebaert, Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 2001. BEH n°50/2002, 249-252 2002.
- [6] C. Brouard, Epidémie de salmonellose à salmonella enteric sérotype Agona liée à la consommation de poudre de lait infantile, France. BEH n°33/2006, 248-250, 2005.
- [7] F. Humbert, L. Sautra, M. Federighi, J.L. Jouve, Manuel de Bactériologie alimentaire, 27-52, 1998.
- [8] J. Gledel, B. Corbion, Le genre Salmonella dans le contrôle microbiologique 2ème édition. indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 88, 106S-116S, 1991.
- [9] F.X. Weill, M. Demartin, L. Fabre, Grimont P.A.D. Extended spectrum-beta lactamase (TEM-52)-producing strains of Salmonella enteric of various serotypes isolated in France, J. Clin. Microbiol, 42, 3359-3362, 2004.
- [10] P. Grimont & F.X. Weil, Rapport d'activité 2006, Centre nationale de référence des Salmonella Institut Pasteur. Paris, 1-51, 2007.
- [11] B. El Marnissi, L. Bennani, A. El oulalilalami, M. Aabouch, R. Belkhou, Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de denrées alimentaires commercialisées à Fès-Boulemane. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 6, N°1. 98-117, 2012.
- [12] Y. Ghafir et Daube G. Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Ann MédVét. 151, 79-100, 2007.
- [13] P. Feng, Escherichia coli. In : Labbé R.G., García S. (Eds.), Guide to food borne pathogens. John Wiley and Sons : New York, 143-162, 2001.
- [14] B. Ray, Indicators of bacterial pathogens. In : Ray B. (Ed.), Fundamental food microbiology. CRC Press : Boca Raton, 409-417, 2001.
- [15] S. Makoko, Production of enterotoxin by Clostridium perfringens derived from Humans, animals, food and the natural environment in Japan. J. Food Prot. 53 (2), 115-118, 1990.
- [16] N. Dennai, B. Kharrati, et M. El Yachoui, Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Ann. MédVét., (145) : 270-274, 2001.
- [17] J.L. Jouve, Microbiologie alimentaire et filière des viandes. Viandes et Prod. Carnés, 11; 6 ; bis 6 ter, 207-213, 1990.
- [18] J.H. Cottin, C. Bizon, B. Carbonelle, Study of Listeria monocytogenes in meat taken from 415 cattle. Sci. Aliments, 5, Series IV : 145-149 1988.
- [19] J. Fournaud, J.L. Jouve, Viande. Déficit microbiologique. Filière des viandes, 133-141, 2000.
- [20] J. Dickson, M.E. Anderson, Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems. J. Food Prot., (55), 133-140, 1992.

- [21] EFSA. Trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and antimicrobial resistance in the european union in 2004 ; journal EFSA (European food safety Authority), (310), 23-41 ; 128-132 ; 201-203 ; 205, 2006.
- [22] M. Sigrid, P. Paulsen, J.S.M. Smulders, F. Hilbert, Antimicrobial resistance profile of five major food-borne pathogens isolated from beef, pork and poultry. *Int J Food Microbiol*, 97, 23-29, 2004.
- [23] F. Van Immerseel, D. Buck, F. Boyen, F. Pasmans, S. Bertrand, J.M. Collard & al. Salmonella dans la viande de volaille et dans les œufs : un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *Ann. Méd. Vét*, (149) : 34-48, 2005.
- [24] A. Bäumlér, R. Tsois, F. Heffron, Virulence Mechanisms of Salmonella and their genetic basis. In : Wray C, Wray A. (Eds.), *Salmonella in Domestic Animals*. CABI Publishing : Oxon, 57-72, 2000.
- [25] N. Korsak, A. Clinquart, G. Daube, Salmonella spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique? *Ann. Méd. Vét*, 148, 174-193, 2004.

MANAGEMENT OF DIAPHYSEAL TIBIA FRACTURES WITH INTERLOCKING NAIL WITHOUT USING IMAGE INTENSIFIER

Md. Abdul Bari¹, Md. Rezaul Alam², and Naresh Kumar Roy³

Department of Orthopedics, Shahid Ziaur Rahman Medical College and Hospital, Bogra, Bangladesh

Copyright © 2016 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 is a prospective study done on Shaheed Ziaur Rahman Medical College Bogra, Bangladesh in Ortho- Surgery department from April 2014 to April 2015. The purpose of this study is to analyze the result of interlocking nailing without the use of an image intensifier. Total 35 patients were operated in this method with minimally open reduction and internal fixation with interlocking intramedullary nail. Ages of the patients were 25 to 65 years. Mean union time was 16 weeks, ranging from 12 to 20 weeks. We found highest number of patients having fracture in middle third of tibia and most of the injuries caused by RTA. In our study, we had compartment syndrome in 1 patient, lateral popliteal nerve palsy in 1 patient. All patients recovered with conservative treatment. It is, therefore concluded that interlocking intramedullary nailing can be performed under an experienced surgeon without the use of an image intensifier.

KEYWORDS: Management, Diaphyseal Tibia Fractures, Interlocking Nail, Image Intensifier.

1 INTRODUCTION

The tibia is more commonly fractured and sustains an open fracture than any other long bones due to its subcutaneous position with an annual incidence fracture of 2 per 1000 individuals ^[1]. Fracture of the tibia is one of the commonest musculoskeletal injuries and such fractures are frequently caused by high-energy trauma. The most common reasons are increasing road traffic accidents and falling from height from building constructions. The blood supply of tibia is relatively poor, therefore, complications and major disability are frequent outcomes. ^[2, 3] Different types of intramedullary nails have been employed by surgeons over 500 years in the management of diaphyseal tibia fractures. The treatment in our hands has been filtered through many different methods from time to time. Closed Tibial diaphyseal fractures have been internally fixed with Plates or with Intramedullary fixation devices like Centromedullary nails (K-nails, V-nails), Interlocking intramedullary nails (Reamed or Un reamed) or Multiple flexible intramedullary pins e.g. Enders nails ^[4,5,6]. Now, due to possibility of early ambulation and weight bearing of interlocking intramedullary nailing, it has been the modality of treatment for the diaphyseal fracture of tibia ^[7-10]. Intramedullary interlocking (IMIL) tibial nailing has biological and biomechanical advantage over plate osteosynthesis ^[11], and is usually performed using an image intensifier. But being expensive, it is not available in the most of the hospitals of resource-poor countries of the world like Bangladesh. And so, the purpose of this study is to analyze the results of interlocking nailing without the use of an image intensifier. There were 26 male and 9 female the age of patients ranged from 25 yrs. to 65 yrs. who were selected according to inclusion and exclusion criteria. Diaphyseal tibia fractures with interlocking nail normally done using image intensifier, and so it is necessary to expose radiation and radiographer is needed which made interlocking nail as an expensive surgery which is an important factor in countries with limited financial resources like Bangladesh. The purpose of this study is to analyze the results of interlocking nail without the use of an image intensifier. In this study of 35 diaphyseal tibia fractures treated with minimally open reduction and internal fixation with interlocked intramedullary nail fixation. The average follow up period was 9-12 months.

1. Dr. Md. Abdul Bari, Assistant Professor, Dept. of Ortho-Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra.
2. Dr. Md. Rezaul Alam, Associate Professor and Head of the Dept of Ortho- Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra.
3. Dr. Naresh Kumar Roy, Assistant Professor, Dept of Ortho- Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra.

2 PATIENT AND METHODS

This prospective study was conducted in orthopedic unit in Shaheed Ziaur Rahman Medical College Hospital Bogra from Apr. 2014 – Apr. 2015, it involves thirty five patient with closed tibia shaft fractures with unacceptable displacement (cannot be managed conservatively), aged from 25 yrs. to 65 yrs. were selected according to inclusion and exclusion criteria. Age of the injury was two days to 2 weeks. Intramedullary fixation was done by using self-locking, expandable nail in 35 patients of closed diaphyseal fractures of tibia .The various modes of injury were road traffic accidents (n = 21), fall from height (n = 9), simple fall (n = 5). Among tibial diaphyseal fractures 26 were male and 9 were female. Preoperative ceftriaxon (2gm) was given on induction and interlocking intramedullary nails (8-11) mm of diameter and (30 to 38 cm. long) were used. Antibiotics were continued for 02 weeks. Spinal anesthesia was given and patient was placed supine on the operation table.

Inclusion criteria:

- Closed Tibial diaphyseal fractures in the middle three fifths.

Exclusion criteria:

- Skeletally immature bone.(open proximal or distal physes)
- Multiple injured patients
- Previously injured limb
- Patient with peripheral vascular disease
- Patient with medical illnesses.

SURGICAL PROCEDURE- Patient positioned on an operation table in such a way that knee be flexed through 90 degree, then a straight incision over lower border of the patella. After splitting the ligamentum patellae identify tuberosity of the tibia. .Entry is made by application of AWL then introduced a guide wire through the entry point along the anatomical axis of the tibia. Open the fractured site through a small incision. Guide wire should be checked for ensure its presence in the medullary cavity and cross at the fracture site. Reduction was done. Then reaming done by different size of reamer. Finally after measurement of proper nail size, nail is introduced under guidance of guide wire. After final reduction nail is locked by two proximal and two distal screws. Then wound is closed in layers.

POSTOPERATIVE CARE-Limb was immobilized by long leg back slab and elevated on a pillow keeping the knee in slight flexion. The patient started isometric quadriceps exercise after 24 hours of operation. Stitches were removed on 14th postoperative day. Antibiotics are given routinely for two weeks in all cases. Then the patients were discharged with the advice to walk on crutch bearing, not weight on the affected site for six weeks and then report to the OPD of SZMCH. At six weeks check X-ray done, if there are radiological evidence of union, patient is allowed to touch the toe and gradually bear some weight but never more than half. At 12 weeks further review done by check X-ray. Most of the cases full weight bearing allowed on the operated limb.

3 RESULTS

35 patients of fractures tibia were studied until the final follow up. The study included patients 25 years and above in age. Table 1 shows the age distribution of both the groups of the patients. 26 patients were male & 9 were female.

Table 1: Age distribution

S. No.	Age Group	Number of patients	Percentage
1	25-34	14	40
2	35-44	7	20
3	45-54	3	8.57
4	55-64	9	25.71
5	65 and above	2	5.72

Fractures of tibia were found to be much more common in male as against female and more than half of the cases were below 45 years of age.

The mode of injury differs. But in our study of 35 cases, road traffic accidents were found to amount for most of the injuries (60%) as compared to other modes (shown in Table 2). It indicates increasing of road traffic accidents at present age becoming the major cause of diaphyseal tibia fractures.

Table 2: Mode of Injury

S. No.	Mode of Injury	Number of Patients	Percentage
1	Road traffic accidents	21	60
2	Fall from height	9	25.71
3	Simple fall	5	14.29

In our study of 35 cases we found fracture in proximal third, middle third and distal third region of tibia. We found highest number of patient having fracture in middle third of tibia.

Table 3: Site of Fracture

S. No.	Site of Fracture	Number of Patients	Percentage
1	Proximal third	8	22.86
2	Middle third	16	45.71
3	Distal third	11	31.43

In our study among 35 cases, 17 (48.57%) fractures were oblique, 10 (28.57%) fracture were spiral, and 8 (22.86%) fractures were transverse in nature.

Table 4: Nature of Injury

S. No	Type	Number of Patients	Percentage
1	Transverse	08	22.86
2	Oblique	17	48.57
3	Spiral	10	28.57

The timing of surgery ranged from two days to two weeks and averaged 7 days. The operating time ranged from 40 minutes to 1.25 hours. The mean of operating time was one hour. The patients follow up was continued till the fracture union. The average time required for union was 16 weeks.

FUNCTIONAL OUT COME- Functional outcome was excellent was in 17 patients, good in 11 patients, fair in 5 patients and poor in 2 patients.

Table 5: Functional outcome; (n=35)

Result	Number	%
Excellent	17	48.57
Good	11	31.43
Fair	5	14.28
Poor	2	5.72
Total	35	100

4 DISCUSSION

Tibial shaft fractures are common since they account for 9.0% of all fractures.^[12] The aim of the study was to management of diaphyseal tibia fractures with interlocking nail without using image intensifier. Interlocking nails are commonly performed using an image intensifier but various studies to avoid the image intensifier has been also tried^[13-18]. In our study during surgery, the fracture site was opened with the anterolateral approach with the 3 to 5 cm skin incision centering over the fracture site. The fracture site was washed or curetted to visualize the anterior aspect of the fracture ends. In our study, we had compartment syndrome in 1 patient, lateral popliteal nerve palsy in 1 patient, fat embolism in 1 patient. All patients recovered with conservative treatment. Few patients experienced anterior knee pain, pain at fracture site & locking bolt in treatment phase, most of them recovered after sound union, physiotherapy & analgesics. None of the patients developed chronic osteomyelitis. The limitation of this study is the small sample size and limited case study material available for analysis. However, it is evident from above fact that closed interlocking intramedullary nailing without using expensive image intensifier is a safe and quite effective for treatment of tibial diaphyseal fracture.

5 CONCLUSION

Interlocking intramedullary nailing is expensive and required image intensifier normally. But it can be achieved without the use of image intensifier once if the surgeon develops a reasonable experience of direct visualizing the hole of the nail and experience and practice with the use of distal aiming device. So, the management of diaphyseal tibia fractures with interlocking nail without using image intensifier solely depends on the experience of the surgeon.

BIOGRAPHY

Dr. Md. Abdul Bari, M.B.B.S, MS(Ortho), D-Ortho is specialist surgeon of Orthopedics and he is an Assistant professor of Department of Orthopedics, Shahid Ziaur Rahman Medical College and Hospital, Bogra, Bangladesh.

Dr.Md. Rezaul Alam, Associate Professor and Head of the Dept of Ortho- Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra.

Dr. Naresh Kumar Roy, Assistant Professor, Dept. of Ortho- Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra

REFERENCES

- [1] Alho A, Benterud JG, Hogevoold HE, et al: Comparison of functional bracing and locked medullary nailing treatment of displaced tibial fractures. Clin Orthop 1992 april;(277):243-50.
- [2] Rockwood A Charles, Green P David, Bucholz W Robert, Heckman D James. Rockwood and Green's fractures in adults (4th ed.). Lippincott-Raven 1996.
- [3] G.S. Kulkarni. Textbook of Orthopedics and Trauma. Jaypee Brothers: Medical Publishers (P.) Ltd 1999.
- [4] Watson T: Current Concepts Review :Treatment of Unstable Fractures of the Shaft of the Tibia J Bone Joint Surg.1994;76-A, 1575-1584
- [5] Lottes, J.: Medullary nailing of the tibia with the triflange nail. clin. Orthop., 105: 253-266, 1974.
- [6] Wiss, D. A.: Flexible medullary nailing of acute tibial shaft fractures. clin. Orthop., 212: 122-132, 1986.
- [7] Alho A, Benterud JG, Hogevoold, HE, Ekstrand A, Stromsie K. Comparison of functional bracing and locked intramedullary nailing in the treatment of displaced tibial fractures. Clin Ortho 1992; 277: 243-50.
- [8] Brug E, Pennig D: Indications for interlocking nailing. Unfallchirurg 1990; 93: 492-8.
- [9] Tanna D.D., Interlocking tibial nailing without an intensifier. J Bone Joint Surg (British) 1994; 76: 670.

- [10] Alho A, Ekeland A, Stromsoe K, Folleras G, Thoresen BO. Locked intramedullary nailing for displaced tibial shaft fracture. *J Bone Joint Surg (British)* 1990; 805-9.
- [11] Gleeson NFR, Nachinolcar UG. Management of fracture shaft of tibia interlocking nailing versus plating. *Indian J Orthopaed* 1998; 32: 103-6.
- [12] Garcia Juarez JD, Aguilera Zepeda JM, Bienvenu AT. Encalada Diaz MI, Sheldon OD. Use of the orthofix intramedullary nail in tibial shaft fractures. A review of 22 cases. *Acta Orthop Mex* 2007; 21: 212-6.
- [13] Ikem IC, Ogunlusi JD, Ine HR. Achieving interlocking nails without using an image intensifier. *Int'l Ortho* 2007; 4: 487-90.
- [14] Garcia Juarez JD, Aguilera Zepeda JM, Bienvenu AT. Encalada Diaz MI, Sheldon OD. Use of the orthofix intramedullary nail in tibial shaft fractures. A review of 22 cases. *Acta Orthop Mex* 2007; 21: 212-6.
- [15] Tanna DD. Interlocking tibial nailing without an intensifier. *J Bone Joint Surg (Bri)* 1994; 76: 670.
- [16] Babis GC, Benetos IS, Zoubos AB, Soucacos PN. The effectiveness of the external distal aiming device in intramedullary fixation of tibial shaft fractures. *Arch Ortho Trauma Surg* 2007; 127: 905-8.
- [17] Giri SK. Achieving distal locking without an image intensifier. *Nepal Med Coll J* 2007; 9:275-77.
- [18] Krettek C, Konemann B, Farouk O, Miclau T, Kromm A, Tscherne H. Experimental study of distal interlocking of a solid tibial nail: radiation-independent distal aiming device (DAD) versus freehand technique (FHT). *J Ortho Trauma* 1998; 12: 373-8.

COMPARATIVE STUDY OF MANAGEMENT OF DIAPHYSEAL FEMUR FRACTURE WITH INTRAMEDULLARY INTERLOCKING NAIL AND K. NAIL

Abdul Bari, Md. Rezaul Alam, and Naresh Kumar Roy

Department of Orthopedics, Shahid Ziaur Rahman Medical College and Hospital, Bogra, Bangladesh

Copyright © 2016 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 is a prospective study done on SZMCH in the Ortho-Surgery department from 1st January 2014 to 31st March 2015. A total of 66 cases of femoral shaft, half (33) treated with Kuntcher nail and half (33) treated with Interlocking nail. Most of the fracture were due to RTA. Out of 66 patient 45 were male and 15 were female. Age of the patients were 20 years to 60 years. Mean time of union was 14 weeks ranging from 12 to 15 weeks in interlocking nail and 17 weeks ranging from 15 to 19 weeks in k. nail. Functional outcome was excellent in 19 patients, good in 8 patients, fair in 5 patients and poor in 1 patient in Interlocking intramedullary nailing and excellent in 17 patients, good in 9 patients, fair in 5 patients and poor in 2 patients in kuntcher nail. So Interlocking intramedullary nail is a good option for the treatment of fracture shaft of femur.

KEYWORDS: fracture; Interlocking nail; Kuntscher nail; Fluoroscopy.

1 INTRODUCTION

Femur is the largest bone of the body and one of the principal load bearing bones in lower extremity. Fracture of the shaft of femur is major cause of morbidity and mortality in patients. [1] Comminuted and segmental fractures of femoral diaphysis are often difficult to treat. These fractures most often result from high energy trauma; they are often associated with concomitant injury of internal organs. In 1940 Kuntscher first described the use of the clover-leaf nail for fixation of fractures of long bones like femur. But at present age, intramedullary nailing is the gold standard treatment for diaphyseal fractures of the femur. Among them, the main advantage of interlocking nailing over initial non-locking K-nail is that the former can provide rotational and longitudinal stability, especially when the fracture is comminuted or locates near the end of diaphysis [2]. In cases of K-nail the fracture site is opened while in cases of Interlocking nail the fracture site opened through a small incision. the nail being stabilized by means of proximal and distal screws [3,4]. Though the K-nails in compare to interlocking nails are very cheap, does not need any special instruments or image intensifier and easy to introduce, with the advent of Interlocking nail (IL-nail), Kuntcher nail (K-nail) is less preferred. [5]. The purpose of this study was to compare the effectiveness of interlocking nail to Kuntcher nail in the management of diaphyseal fracture of femur. Majority of the patients of this study returned to their prefracture functional state and returned to work by the end of 24 weeks in case of IL nail and 32 weeks in case of K-nail. We had one instance of distal screws missing the holes in our series. There was no incidence of neuropraxia in our study. There was one case of superficial infection in this study. There was no significant difference between the two groups in terms of demographic data. The average time for the procedure in interlocking nail was 110+ 30 minutes (85-135mins), while in k-nail group it was only 80+15.8mins (60-95 mins). Patient who underwent k-nail fixation had more early complications than those having interlocking nail, though the difference was not significant, In terms of early and late weight bearing periods the interlocking group bore weight significantly early than k-nail group. The fracture healing time in femoral shaft fractures treated with IL nail was average 14 weeks; whereas in case of k-nail group, average healing time was 17 weeks. Though for economic and technical reasons use of the kuntcher nail is still a viable option, interlocking intramedullary nailing is better than kuntcher nailing.

1. Dr. Md.Abdul Bari, Assistant Professor, Dept. of Ortho-Surgery, Shaheed Ziaur Medical College,Bogra.
2. Dr. Md.Rezaul Alam,Associate Professor and Head of the Dept. of Ortho- Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra.
3. Dr.Noresh Kumar Roy, Assistant Professor, Shaheed Ziaur Rahman Medical College Bogra.

2 PATIENTS AND METHODS

This prospective study was carried out from 1st January 2014 to 31st March 2015, in the Department of Orthopaedics, Shaheed Ziaur Rahman Medical College Bogra. In this comparative study 66 patients of femoral shaft fractures were managed by intramedullary nailing, Half (33) with Kuntschr nail and half (33) with Interlocking nail. Amongst the 66 patients included in the study there were 51 (80%) males and 15 (20%) females. The age of the patients ranged from 20-60 years, mean age being 40 years. Forty five (68.18%) femoral shaft fractures were caused by road traffic accidents, twelve (18.18%) by fall from height, four (6.08%) by simple fall, three (4.54%) by physical assault, two (3.02%) by sports injury. Right femoral shaft was fractured in 40(60.6%) and left in 26(39.4%). 16 fractures (25%) were located in the upper third of femoral shaft, 39 (60.60%) in the middle third and 11(16.16%) in the lower third. Twenty (20%) fractures were transverse, eighteen (18%) were oblique, Six (6%) were spiral and twenty two (22%) comminuted. Twenty six (26%) patients had open fractures, whereas in 40 cases the fractures were closed. Fifteen patients had significant associated injuries like fracture of tibia 5, and fracture around ankle 4, soft tissue injury around the knee 4, fracture forearm 2 .

After data collection and appropriate investigations all the patients underwent surgery. The cases were randomly assigned for K-nailing or IL-nailing. K- nailing and the IL-nailing were done in the lateral position .The main parameters compared included fracture healing time full weight bearing time and post-operative complication. In all cases of interlocking nails proximal 1 screw and distal 2 screws were used.

Table 1: Age distribution

S. No.	Age Group	Male	Female
1	20-29	23	8
2	30-39	12	4
3	40-49	8	2
4	50-59	6	1
5	60 and above	2	0

Table 2: Mode of Injury

S. No	Mode of Injury	Number of patients	Percentage
1	Road Traffic Accident	45	68.18
2	Fall From Height	12	18.18
3	Simple Fall	4	6.08
4	Physical Assault	2	3.03
5	Sports Injury	3	4.54

Table 3: Nature of Injury

S. No	Type	Number of Patients	Percentage
1	Transverse	20	30.30
2	Oblique	18	27.27
3	Spiral	6	9.09
4	Comminuted	22	33.33

Table 4: Location of fracture of femur

S. No	Location	Number of patients	Percentage
1	Upper 1/3rd	16	24.25
2	Middle 1/3rd	39	60.60
3	Lower 1/3rd	11	16.66

Table 5: Associated injuries in fifteen patients

Fracture of tibia	05
Fracture around the ankle	04
Soft tissue injury around the knee	04
Fracture of forearm	02

Table 6: Demographic features

Feature	K-nail(n=33)	IL-nail(n=33)	Total Patients
Sex			
Male	24	27	51
Female	9	6	15
Causes			
R.T.A	20	25	45
Fall From Height	8	4	12
Simple Fall	2	2	4
Physical Assault	1	1	2
Sports injury	2	1	3

Table 7: Details of Femoral Shaft Fracture

Features	K-nail (n=33)	IL-nail (n=33)	Total Patients
Side			
Right	18	20	38
Left	15	13	28
Nature			
Transverse	12	8	20
Oblique	9	9	18
Spiral	02	4	06
Comminuted	10	12	22
Location			
Upper 1/3 rd	6	10	16
Middle 1/3 rd	21	18	39
Lower 1/3 rd	6	5	11
Type			
Open Fracture	6	8	14
Closed Fracture	27	25	52

3 RESULTS

There Majority of the patients of this study returned to their pre-fracture functional state and returned to work by the end of 24 weeks in case of IL nailing nail and 32 weeks in case of k-nailing. We had one instance of distal screw missing the hole in our series. There was no incidence of any neuropraxia in our study. There was one case of superficial early infection. Antibiotics were used during and after operation. Administration of antibiotic for a period of 5 days (5 days intravenous

followed by 10 days orally) drastically reduces the incidence of deep – seated infections. We found only 2 cases where improvement can be described as poor, among which in 2 cases K-nailing was used. The average time for the procedure in interlocking nail was 110 ± 30 minutes (85-135 minutes), while in K-nail group it was only 80 ± 15.8 minutes. (60- 95 minutes.) Patients who underwent k-nail fixation had more early complications than those having interlocking nail, though the difference was not significant, late complications were similar in both the groups in terms of early and late weight bearing periods the interlocking group bore weight significantly earlier than k nail group. The fracture healing time in femoral shaft treated with IL-nailing was average 14 weeks, where as in case of k-nailing groups, average healing time was 17 weeks. There was no significant difference between the two groups in terms of demographic data (age, sex), fracture type, hospital stay, metabolic diseases and associated co-morbidity. The post-operative hospital stay was on an average six days. All patients of K-nail group needed blood transfusion, while only 21 patients of interlocking group needed blood transfusion.

Patients who underwent K-nail fixation had more early complications than those having interlocking nail, though the difference was not significant; late complications were similar in both the groups. In our study the recovery of patients was graded as excellent, good, fair and poor. We found excellent recovery higher in IL-nailing whereas, the good recovery was higher in K-nailing. The cases and percentage of recovery was given in Table 8.

Table 8: Final Recovery of cases

Result	IL-nailing (n=33)	K-nailing n=33
Excellent	19(57.57%)	17(51.52%)
Good	8(24.2%)	9(27.3%)
Fair	5(15.2%)	5(15.11%)
Poor	1(3.03%)	2(6.07%)

In terms of early and late weight bearing periods, the Interlocking group bore weight significantly earlier than K-nail group. The fracture healing time in femoral shaft fractures treated with IL-nailing was average 14 weeks; where as in case of K-nailing group, average healing time was 17 weeks. Other authors have shown 12 weeks, 18 weeks and 16.3 weeks in their series. [6, 7, 8]

4 DISCUSSION

Different types of intramedullary nails have been employed by surgeons over 500 years in the management of diaphyseal femur fractures. The treatment in our hands has been filtered through many different methods from time to time. One advantages of using the K-nail is that the surgery is technically less demanding. Additionally, as the fracture is reduced via open method the K-nail procedure does not require the use of an image intensifier, so there is no unnecessary exposure to radiation and no radiographer is needed. The K-nail is also much less expensive as compared to standard IL-nailing, an important factor in countries with limited financial resources. Therefore, for economic and technical reasons, use of the Küntscher nail is still a viable option. But, interlocking nailing is the current treatment of choice for closed diaphyseal fractures of femur in adults, especially those with significant comminution, long spiral fractures, and segmental fractures. In our study we found all patients of K-nail group needed blood transfusion and the healing time and early and late weight bearing time of K-nail group was significantly longer than IL-nailing system. As early mobilization may decrease the risk of mortality and morbidity and to reduce the healing time, dynamic devices are replaced with the static one; modern surgeons facilitated with image intensifier and radiographer, prefer Interlocking system more.

5 CONCLUSION

Interlocking intramedullary nail is used because of its less healing time. It also gives early mobility, lessens probability of blood transfusion during surgery. Though it is more expensive than K-nail system, prevention of rotation and angulation of bones and upward and downward migration of the implant, is preferred by the surgeon especially during treatment of upper and lower $1/3^{\text{rd}}$ femoral shaft fracture.

BIOGRAPHY

Dr. Md. Abdul Bari, M.B.B.S, MS(Ortho), D-Ortho is specialist surgeon of Orthopedics and he is an Assistant professor of Department of Orthopedics, Shahid Ziaur Rahman Medical College and Hospital, Bogra, Bangladesh

Dr. Md. Rezaul Alam, Associate Professor and Head of the Dept. of Ortho- Surgery, Shaheed Ziaur Rahman Medical College, Bogra.

Dr. Noresh Kumar Roy, Assistant Professor, Shaheed Ziaur Rahman Medical College Bogra.

REFERENCES

- [1] John Keating. Femoral shaft fractures. In: Chapter 50, Robert W. Bucholz, James D. Heckman, Charles M. Court-Brown, and Paul Tornetta (eds). Rockwood and Green's Fractures in Adults, 7th edition, Vo. II, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2010: pp. 1655-1718.
- [2] Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. J Bone Joint Surg Am 1985;67(5):709-720.
- [3] Steriopoulos KA, Koniakis GM. Katonis PG. Galank is IA, Dretakis EK. Placement of the distal locking screw of the Femoral Intramedullary nail without radiation. Arch Orthop Trauma Surg 1996. 15: 43- 44.
- [4] Mandal S. Malik S. Jeffery J. The importance of stable distal locking in Intramedullary nail stabilization of proximal Femoral metastatic deposits. Injury Extra 2005; 36: 442-44.
- [5] Winkquist R, Hansen ST. Segmental fracture of the Femur treated by closed Intramedullary nailing. J Bone Joint Surg 1987; 60 A: 934-39.
- [6] Bankston AB, Keating EM, Saha S. The biomechanical evaluation of Intramedullary nails distal Femoral shaft fractures. Clin Orthop Related Res 1992 276: 277-82.
- [7] Bellabarba C, Ricci WM, Boiher BR. Results of indirect reduction and plating of Femoral shaft non-unions after Intramedullary nailing. J Orthop Trauma 2001; 15: 254-63.
- [8] Kropfl A, Naglik H. Primavcsi C, Hertz H. Unreamed Intramedullary nailing of Femoral fractures. J Trauma 1995; 38(5): 717-26.

Cartographie numérique des zones à risque chimique de l'environnement de Kinshasa

Athanase N. KUSONIKA, Dieudonné E. MUSIBONO, Thierry T. TANGO, René V. GIZANGA, Camille I. NSIMANDA, and H.T. NKOBA

Laboratoire d'Ecotoxicologie et Santé des écosystèmes ERGS, Département des sciences de l'environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2016 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 work, we charted the sites at the chemical risks of the environment of Kinshasa and analyzed the industrial effluents. With this intention, we were useful ourselves of the co-ordinates geographical of the factories site with chemical production of the environment of Kinshasa, such as: industries of the plastics, paintings, cosmetics, foundries and pharmaceutical which are established in residential districts. The evaluation allowed in addition to the realization of the numerical cartography of the zones at the chemical risks, to determine the degree of the 3rd Co toxicity. The environment of Kinshasa is at the risk because industries and the residences cohabit together. Biotests realized during four days at the laboratory of health of the ecosystems, ecotoxicology and environmental biotechnology, reveal that cosmetic effluent ANGEL is more toxic than effluent GHANDOUR and painting COLOR L.MAT.

KEYWORDS: effluents, ecotoxicity, chemical risk, Kinshasa.

RESUME: Dans ce travail, nous avons cartographié les sites à risques chimiques de l'environnement de Kinshasa et analysé les effluents industriels. Pour ce faire, nous nous sommes servis des coordonnées géographiques des sites industriels à production chimique de l'environnement de Kinshasa, tels que : les industries des plastiques, peintures, cosmétiques, fonderies et pharmaceutiques qui sont implantées dans des quartiers résidentiels. L'évaluation a permis en plus de la réalisation de la cartographie numérique des zones à risques chimiques, à déterminer le degré d'écotoxicité. L'environnement de Kinshasa est à risque car les industries et les résidences cohabitent ensemble. Les Biotests réalisés pendant quatre jours au laboratoire de santé des écosystèmes, écotoxicologie et biotechnologie environnementale, révèlent que l'effluent cosmétique ANGEL est plus toxique que l'effluent GHANDOUR et peinture COLOR L.MAT.

MOTS-CLEFS: effluents, écotoxicité, risque chimique, Kinshasa.

1 INTRODUCTION

L'utilisation des produits chimiques est aujourd'hui un facteur essentiel du développement de notre société et contribue à la prospérité économique que connaissent de nombreuses régions. Depuis les années 1930, la production mondiale de substances chimiques a été multipliée par 400. Le plastique, les conservateurs, les détergents, les peintures, etc., nous rendent d'innombrables services. Cependant, certaines substances peuvent avoir des effets nocifs importants sur l'environnement et sur la santé humaine, même à faible dose(1).

Les êtres humains sont exposés, continuellement ou de manière accidentelle, à des polluants chimiques naturels et/ou de synthèse qui peuvent interférer avec la santé de la population et celle des écosystèmes récepteurs(7)(9).

La pollution industrielle ferait autant de ravages sur la santé que certaines maladies comme le paludisme ou la tuberculose. Environ 125 millions de personnes dans 49 pays à faible et moyen revenus seraient ainsi menacés par la

pollution industrielle. Cette pollution correspond à une contamination plus ou moins durable des compartiments d'écosystèmes que sont l'air, eau, sol ou le réseau trophique ou de l'être humain(5)(6)(8).

La pollution de l'environnement et l'exposition permanente des êtres humains à des métaux lourds toxiques tels que le mercure, le cadmium ou le plomb sont de graves problèmes qui ne cessent de prendre de l'ampleur dans le monde entier. L'exposition aux métaux s'est fortement aggravée au cours des cinquante dernières années avec l'augmentation exponentielle de l'utilisation de métaux lourds dans les processus et produits industriels. Alors que cette exposition aux métaux se fait généralement de manière latente et à petites doses quotidiennes dans différents composants naturels, aliments ou matériaux qui nous entourent, elle peut occasionnellement s'amplifier de manière accidentelle, (2)(5).

L'ensemble de ces constituants se concentre exclusivement au-dessus des villes et des zones industrielles d'où ils ont été libérés.

Par conséquent, cette pollution affecte directement la qualité de la région incriminée, entraînant de graves problèmes de santé chez la population environnante.

La ville de Kinshasa possède des industries utilisant des produits chimiques et ces industries se situent dans les quartiers résidentiels. On peut alors comprendre que ces environnements soient considérés comme des zones à risques chimiques.

Ainsi, nous nous sommes proposé de cartographier les zones à risque chimique de l'environnement de Kinshasa et procéder aux tests écotoxicologiques de quelques effluents des industries de la place.

Cette étude a un intérêt aussi bien sanitaire qu'écologique. Elle montre les risques que court la population habitant dans les zones immédiates des industries à production chimique de l'environnement de Kinshasa.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU ET MATERIELS

Notre étude se déroule dans La ville de Kinshasa/République démocratique du Congo. Elle est située à 628m d'altitude en moyenne, et est comprise entre à 4° 19' et 4° 25' de latitude sud et entre 15° 18' et 15° 22' de longitude Est, et s'étend sur une superficie de 9.965 km² (3).

Pour les tests biologiques dans le laboratoire de santé des écosystèmes, écotoxicologie et biotechnologie environnementale de l'Université de Kinshasa/Faculté des sciences/Département des sciences de l'environnement, nous avons fait recours aux matériels ci-après :

- 5 Litres d'effluents cosmétiques de GHANDOUR et Angel et aussi de peinture de L.MAT Colore prélevés dans les sites d'évacuation des usines de production ;
- 45 gobelets plastiques ;
- Eau déchlorée, c'est-à-dire que nous avons recueilli l'eau de robinet et gardé pendant un jour ou 24 heures avant l'utilisation;
- Un bassin plastique de 50 litres qui a permis de garder les *Gambusia affinis* pendant 48 heures.
- Les matériels biologiques (*Gambusia affinis*) dont la taille était comprise entre 5 et 9 mm ont été utilisés. Comme bio-indicateurs, prélevés dans la rivière MUNGULU-DIAKA à NGABA.

Pour réaliser la cartographie numérique des zones à risques chimiques, nous nous sommes servis de matériels ci-après :

- Un appareil de positionnement absolu (récepteur GPS) de marque Garmin Etrex ;
- Une station micro-Millenia (Ordinateur) de 40 Giga HD, 256Mb et 1,65 Giga Hertz ;
- Les logiciels cartographiques : Arc info 8.1, Arc view 3.1, Automap, Land développement 2000i ;
- Les fiches Numériques de Kinshasa.

2.2 METHODES

La méthodologie utilisée dans notre travail se résume comme suit :

2.2.1 ANALYSE DOCUMENTAIRE

Pour ce faire, nous avons utilisé les ouvrages, divers documents administratifs ainsi que les cartes géographiques pour réaliser l'état de la question.

2.2.2 PROSPECTION SUR LE TERRAIN ET PRELEVEMENT DES CORDONNEES GEOGRAPHIQUES AU GPS

La technique consiste à effectuer les prospections dans les différentes usines cosmétiques, pharmaceutiques, plastiques, fonderies, métallurgies, peinture pour ne citer que cela et prélever les coordonnées géographiques.

Les prélèvements étaient effectués dans chaque usine citée ci-haut. Pour y arriver, nous avons procédé par :

- Enregistrer les données sur Excel ou directement sur wordpad sous forme de courts programmes en format texte compatible à Arc info ;
- Production des polygones : les coordonnées ainsi enregistrées sont introduites dans Arc info avec le module générates pour générer les différents polygones représentant les usines chimiques et les topologies ont par la suite été construites ;
- Superposition avec les fichiers de fond cartographique :le fond cartographique se trouvant sous formant « AD », avant tout nous avons utilisé l'Automap 2000i pour les exporter chacun individuellement sous format shape, compatible avec Arc view.

Avec Arc view, les topologies des usines ayant été construites en polygones. Nous avons superposé ce polygones sur le fond cartographique de l'environnement de Kinshasa, étant donné que le système de protection était le même (protection géographique, sphéroïde/ :WGS84/).

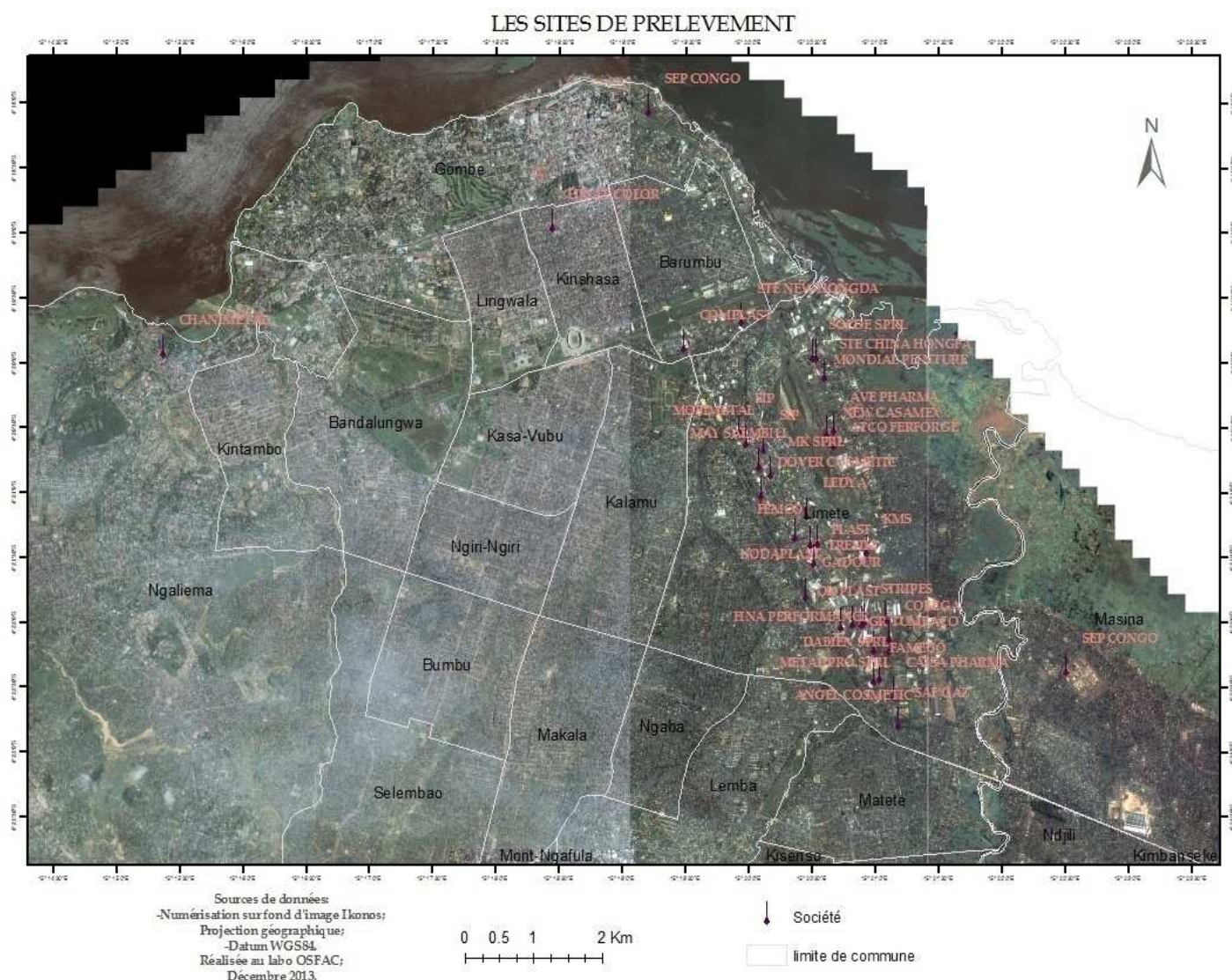
Les polygones sont exactement tombées à leur emplacement, nous avons préparé la carte avec Arc view et un layout.

2.2.3 TESTS BIOLOGIQUES

- Solution (concentration) : La technique consiste à préparer les différentes concentrations des solutions à trois essais dont la concentration de A1, B1, C1, D1, et E1c'est-à-dire que chaque Gobelet contenait une concentration donnée. D'abord 100ml d'effluent, 75ml d'effluents+25ml de l'eau de dilution, 50ml d'effluent et 50ml de l'eau de dilution, 25ml d'effluent+75ml de l'eau de dilution et enfin, 100ml solution témoin et 0ml d'effluent. Chaque concentration était reprise 3 fois.
- Bio-indicateur : nous avons mis 3 fois trois *Gambusia affinis* dans chaque solution (concentration) soit 9 poissons par concentration ; ce qui nous a permis de les observer pendant 4 jours selon le test de toxicité aigüe. La technique consiste à observer la létalité chez *Gambusia affinis* dans les solutions. ceux qui crevaient étaient rapidement enlevés ou retirés de la solution. Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes de survie médiane ou CL50.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les prospections dans les différentes usines cosmétiques, pharmaceutiques, plastiques, fonderies, métallurgies, peinture pour ne citer que cela nous ont permis de réaliser la cartographie numérique de l'environnement de Kinshasa.



Carte n° 1, Illustration de la cartographie numérique des zones à risque chimique de l'environnement de Kinshasa.

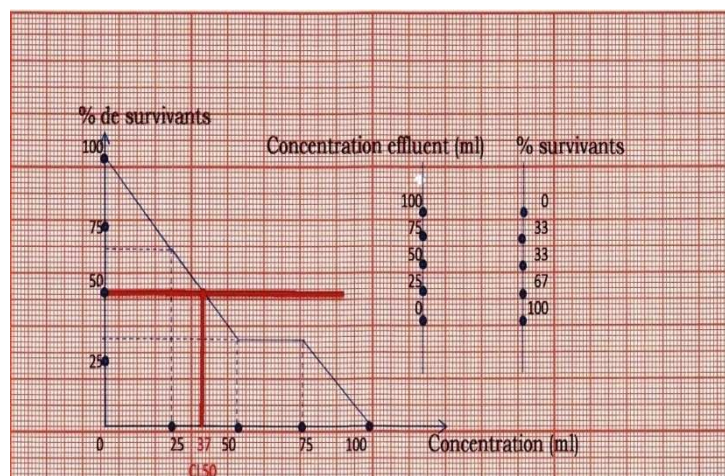
La carte n°1, montre qu'il ya une forte concentration des industries chimiques (usines de fonderies, métallurgiques, cosmétiques, plastiques, pharmaceutiques etc...) dans la commune urbaine de LIMETE c'est-à-dire que la commune de LIMETE regorge un grand nombre d'usines chimiques.

3.1 LE BIOTEST

Les résultats des tests biologiques sont repris ci-dessous.

Tableau n° 2: Nombre et pourcentage de survivants de *Gambusia affinis* dans l'effluent cosmétique GHANDOUR

EFFLUENTS	DILUTIONS	NOMBRE DE MORTS				POURCENTAGE DE SURVIVANTS
		1jr	2jr	3jr	4jr	
100ml	0ml	3	-	-	-	0
75ml	25ml	1	1	0	0	33,3
50ml	50ml	1	0	1	0	33,3
25ml	75ml	0	1	0	0	66,7
0ml	100ml	0	0	0	0	100



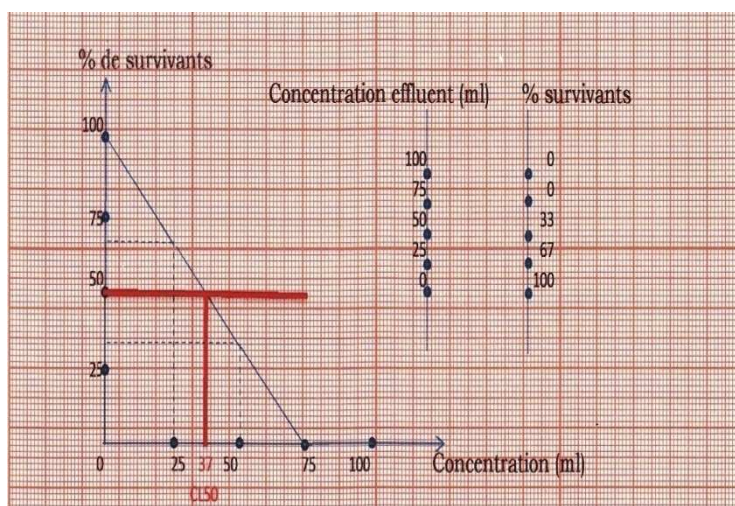
Graphique n° 1 : Courbe de Survivants de Gambusia dans l'effluent cosmétique GHANDOUR

Le tableau n° 2 et le graphique n° 1, nous montrent que l'effluent cosmétique GHANDOUR est très toxique par *Gambusia affinis*. En effet, dans l'effluent brut, aucun survivant n'a été observé.

Dans 75% et 50% de l'effluent, on a eu 33,3% de survivants et dans 25% d'effluent nous avons observé 66,7%. La CL50 de cet effluent est autour de 37 ml témoignant la toxicité d'effluent cosmétique GHANDOUR pour les *Gambusia affinis*.

Tableau n° 3: Nombre et pourcentage de survivants de Gambusia affinis dans l'effluent de peinture COLOR L.MAT

EFFLUENTS	DILUTIONS	NOMBRE DE MORTS				POURCENTAGE DE SURVIVANTS
		1jr	2jr	3jr	4jr	
100ml	0ml	3	-	-	-	0
75ml	25ml	3	-	-	-	0
50ml	50ml	1	0	0	1	33,3
25ml	75ml	0	0	1	0	66,7
0ml	100ml	0	0	0	0	100



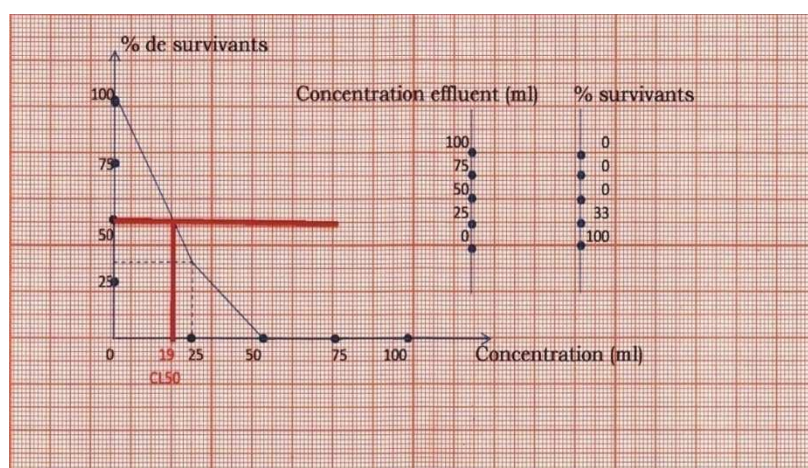
Graphique n° 2 : Courbe de Survivant de Gambusia dans l'effluent peinture COLOR L.MAT

Dans le tableau n° 3 et le graphique n° 2, l'effluent de la peinture s'est montré très toxique pour *Gambusia affinis*. En effet, dans l'effluent brut et 75% de l'effluent, aucun survivant n'a été observé, dans 50% et 25% de l'effluent, on a eu

respectivement 33,3% et 66,7% de survivants. La CL50 de cet effluent est autour de 37ml témoignant la toxicité d'effluent Peinture face aux *Gambusia affinis*.

Tableau n° 4: Nombre et pourcentage de survivant de *Gambusia affinis* dans l'effluent cosmétique ANGEL

EFFLUENTS	DILUTIONS	NOMBRE DE MORTS				POURCENTAGE DE SURVIVANTS
		1jr	2jr	3jr	4jr	
100ml	0ml	3	-	-	-	0
75ml	25ml	3	-	-	-	0
50ml	50ml	3	-	-	-	0
25ml	75ml	0	2	0	0	33,3
0ml	100ml	0	0	0	0	100



Graphique n° 3 : Courbe de Survivants de *Gambusia* dans l'effluent cosmétique ANGEL

Dans le tableau n° 4 et le graphique n°3, l'effluent cosmétique ANGEL s'est montré très toxique pour *Gambusia affinis*. En effet, dans la concentration brute, 75% et 50% de l'effluent, aucun survivant n'a été observé et dans la concentration de 25% d'effluent, on a eu 33,3% de survivant. La CL50 de cet effluent est autour de 19 ml indiquant la toxicité d'effluent cosmétique aux *Gambusia affinis*.

A l'issue des Biotest réalisé pendant quatre jours au laboratoire, révèle que l'effluent cosmétique ANGEL est plus toxique que l'effluent GHANDOUR et de peinture COLOR L.MAT.

Au vu de ces résultats obtenus au laboratoire, Nous pouvons dire que la toxicité d'effluents dépend de la nature chimique d'un effluent à l'autre et d'une concentration à une autre.

3.2 DISCUSSION

Au point de vue méthodologique, les nombreuses prospections sur le terrain nous ont permis de prélever les coordonnées géographiques (longitude et latitude) ,38 points correspondant à 76 coordonnées géographiques. L'utilisation de logiciel Arc info, Arc view, et Automap pour le traitement des coordonnées géographiques nous a permis de réaliser la cartographie numérique des zones à risque chimique de l'environnement de Kinshasa. Pour confirmer ce risque, nous avons fait les biotest sur quelques effluents prélevés de ces industries. Les résultats obtenus sont en harmonie avec ceux de (4).

La carte n° 1, nous renseigne une forte risque chimique dans la commune de LIMETE du fait qu'il ya une concentration d'industries chimiques à côté des résidences. Les populations qui occupent cette partie de la ville sont exposées et courent les risques chimiques.

Certains polluants ont un comportement volatil, tel que le mercure utilisé dans les usines pharmaceutiques. Pendant la saison de pluie, les usines évacuent leurs effluents dans les caniveaux qui après l'inondation exposent tout le quartier à la pollution. Cette pollution due principalement au lessivage directement et ou indirectement à des déchets des usines localisées de LIMETE dans la ville de Kinshasa et dont la plupart évacuent dans les parcelles habitées.

Hormis les lessivages, le déversement direct des produits dans la nature, citons le cas des usines des fonderies qui émettent les particules en suspensions dans la nature (sol, eau, etc.).

Par conséquent, cette pollution peut affecter directement la qualité de la région polluée, entraînant de graves problèmes de santé chez la population environnante.

A l'issue d'analyse, les résultats des bio-tests sur la toxicité d'effluents de peintures et les cosmétiques, nous disons que les effluents quels que soit leur nature et le lieu de provenance, ont des effets toxiques sur les *Gambusia affinis*.

La concentration létale qui tue au moins 50% des individus (CL50) de *Gambusia affinis*, permet de trouver et classer ces effluents dans la marge de toxicité.

La toxicité de chaque effluent est exprimée dans le graphique1, 2, et3.

- Le graphique 1, nous renseigne que la concentration brute d'effluent cosmétique GHANDOUR est toxique avec la CL50 autour de 37 ml qui témoigne sa toxicité vis-à-vis des êtres vivants et aussi pour l'environnement.
- Le graphique 2, révèle que la concentration brute et 75% de la peinture sont très toxiques et que sa CL50 est autour de 37ml, témoignant ainsi de sa toxicité face aux *Gambusia affinis*.
- Le graphique 3, nous renseigne que l'effluent cosmétique ANGEL à sa concentration brute et ceux dilués à 50 ml et 25 ml de concentration sont très toxiques avec une courbe de survie CL50 à 19 ml indiquant la toxicité d'effluent.

Ces résultats montrent que les effluents d'Angel sont les plus toxiques et confirment ceux de(4), qui travaillant sur quelques effluents industriels de Kinshasa, ont révélé la même magnitude de toxicité.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Notre étude sur la cartographie des zones à risques chimiques de l'environnement de Kinshasa dont le but était d'identifier les industries à production chimique de l'environnement de Kinshasa et réaliser les tests biologiques. Il ressort de cette cartographie que les communautés qui occupent la commune de LIMETE sont les plus exposées.

Pour ce faire, nous avons prélevé les coordonnées géographiques de différentes usines chimiques et aussi quelques effluents d'usines chimiques.

L'évaluation a permis en plus de la réalisation de la cartographie numérique des zones à risques chimiques, de déterminer le degré de toxicité. L'environnement de Kinshasa est à risque car les industries et les résidences cohabitent avec les maisons d'habitations.

Les Biotests réalisés pendant quatre jours au laboratoire de santé des écosystèmes, écotoxicologie et biotechnologie environnementale, révèlent que l'effluent cosmétique ANGEL est plus toxique que l'effluent GHANDOUR et peinture COLOR L.MAT.

Il est donc à craindre qu'elles polluent davantage si des mesures appropriées ne sont pas prises et appliquées rigoureusement sur le terrain.

Eu égard de ce qui précède, pour protéger la communauté contre les risques chimiques de l'environnement de Kinshasa, nous recommandons les mesures suivantes :

- Contrôler les effluents déversés par les industries chimiques ;
- Interdire tout lotissement autour des industries à production chimique;
- Installer un système monitoring à côte des industries chimiques ;
- Surveiller les épidémies et atteintes chimiques.

REFERENCES

- [1] Organisation mondiale de la Santé: Mercure et soins de santé – Document d'orientation stratégique WHO/SDE/WSH/05.08, Genève 2005 ;
- [2] «Hungarian toxic spill plant 'to reopen by Friday'», *BBC News*, 13 octobre 2010;
- [3] Flouriot et De Maximy, Atlas de la ville de Kinshasa, IGC, TPAT et BEAU, Kinshasa, 1975,75p Genève. 1989 ;

- [4] Musibono, D.E., Ndelo, D.P., BIEY, M., B.Itelin, M.Mputu, F.MAYI, N.KOSHI, I.Nsimanda, I.Monsembula, M.Diasambu, (2006), Toxicité des eaux usées industrielles de Kinshasa, possibilité de recyclage et impact sur la santé des écosystèmes, in Revue de santé publique, Vol I,1,décembre 2006 :48-53.
- [5] Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail. Les nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement. Paris : AFSSET ; 2006.
- [6] Allen, H.E. ; Hansen, D.J. (1996). The importance of trace metal speciation to water quality criteria. Water Environment Research, 68, 42-54.
- [7] Chanut J.P., Poulet S.A., 1979. Distribution des spectres de tailles des particules en suspension dans le fjord du Saguenay, *Can. J. EarthSci.*, 16, 240-249.
- [8] [fr.wikipedia.org/wiki/Pollution industrielle](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_industrielle) ;
- [9] Mathé F, Houdret JL, Galloo JC, Guillermo R. La mesure des particules en suspension dans l'air ambiant : applications dans les réseaux français de surveillance de la qualité de l'air. *Analisis Magazine* 1998 ; 26(9) :M27_M33.

Analyse par l'approche filière de pomme de terre dans l'hinterland minier de Lubumbashi

Nkulu Masengo Lucien¹, Tshomba Kalumbu John¹, Kesonga Nsele Maurice¹, Kabwe Kisebwe Mento², Bilolwa Bikalisha Pacifique², Dyanda Ngoy Elie¹, Mulang Tshinish Sabin³, and Nkulu Mwine Fyama Jules¹

¹Unité de recherche en Economie et Développement, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Katanga, RD Congo

²Unité de recherche en Nutrition, Amélioration Animale et Agropastoralisme, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Katanga, RD Congo

³Unité de recherche en production végétale, RD Congo

Copyright © 2016 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: Currently, Africa in general and Katanga in particular are facing a deterioration in the physical and social environment so. This was attributed to the degradation of multifaceted all-out industrialization, the population explosion (with its pressure on land) and the multiple crises that plunge into extreme poverty. In Katanga potato to a net increase in importance and whose ecological requirements fit well with the environment. So in general, this work is to analyze the economic and financial profitability of the potato by sector approach in Lubumbashi mining hinterland, and in the specific outline it is to assess the socio demographic variability potato consumer, generate profitability and profit marketing (calibration) in the interim relative to the flow market, estimating the cost of production, labor productivity, soil and the producer price of the city of Lubumbashi. For the realization of this work, investigations were conducted on a random sample of 85 players in the sector. To achieve this, documentary techniques have contributed to the literary synthesis for the preparation of this work and the analysis of variance and Tukey's test was used to compare means of different parameters observed, thanks to the Mini software tab 16. It appears to say that the big producers break monopoly over small, the production cost is low. The intermediate second level to realize substantial profits, although profitability is comparatively negligible compared to the first level intermediaries who establish direct contacts with producers. Moreover, earnings fluctuated depending on the markets, so that some markets are benefited to the absence of obstacles increase the cost, if the toll taxes and customs. Variability share attributed to the potato market holds calibration varies independently of markets. According to this study, potato large caliber is the most profitable, as for consumers, the variability of households is perceived in terms of age, level of education; size and annual consumption frequency.

KEYWORDS: Profitability, producers, consumers, potato, market intermediaries.

RESUME: Actuellement, l'Afrique d'une manière générale et le Katanga en particulier font face à une dégradation de l'environnement tant physique que social. On attribue ce phénomène de dégradation multiforme à l'industrialisation tous azimuts, à l'explosion démographique (avec sa pression sur la terre) et à la multiplicité des crises qui plongent dans l'extrême pauvreté. Au Katanga la pomme de terre à une importance en nette croissance et dont les exigences écologiques concordent bien avec l'environnement. Ainsi d'une manière générale, ce travail consiste à analyser la rentabilité économique-financière de la pomme de terre par l'approche filière dans l'hinterland minier de Lubumbashi et dans l'aperçu spécifique il consiste à évaluer la variabilité socio démographique de consommateur de pomme de terre, dégager la rentabilité, et bénéfice de la commercialisation (calibrage) chez les intermédiaires par rapport au marché d'écoulement, estimer le cout de production, la productivité de travail, de terre et le prix au producteur de la ville de Lubumbashi. Pour la réalisation de ce travail, les enquêtes ont été menées sur un échantillonnage aléatoire de 85 intervenants dans la filière. Pour y parvenir, les

techniques documentaires ont concouru à la synthèse littéraire pour la rédaction de ce travail et l'analyse de la variance et le test de TUKEY a été utilisé en vue de comparer les différentes moyennes des paramètres observés, grâce au logiciel Mini tab 16. Il ressort de dire que les gros producteurs ont le monopole de rentabilité par rapport aux petits, dont le coût de production reste faible. Les intermédiaires de deuxième niveau réalisent de bénéfices importants, malgré que leur rentabilité soit comparativement négligeable par rapport aux intermédiaires de premier niveau qui établissent des contacts directs avec les producteurs. Par ailleurs, le bénéfice a fluctué en fonction des marchés, de sorte que certains marchés sont avantagés à l'absence des obstacles qui alourdissent le coût, le cas de taxes au péage et à la douane. Une part de variabilité attribuée à la pomme de terre au marché tient au calibrage qui varie indépendamment des marchés. D'après cette étude, la pomme de terre de gros calibre est la plus rentable. Quant aux consommateurs, la variabilité des ménages est perçue en termes d'âge, de niveau d'étude ; de taille et de fréquence de consommation annuelle.

MOTS-CLEFS: Rentabilité, producteurs, consommateurs, pomme de terre, marché, intermédiaires.

1 INTRODUCTION

L'insécurité alimentaire demeure une préoccupation mondiale. Si dans les pays développés, ce problème a été résolu depuis fort longtemps, dans les pays du Sud, il se pose avec acuité [1]. Dès lors, la lutte contre la faim devient donc un credo pour tous les Etats, Institutions, Chercheurs et acteurs de développements, qui en font de ce problème leur cheval de bataille. L'insécurité alimentaire est devenue la principale source de la détérioration continue de l'état nutritionnel des populations et surtout en milieu rural [13]. Dans ce contexte, la diversité alimentaire se présente comme des solutions les plus adéquates dans la lutte contre l'insécurité alimentaire. Ainsi, La pomme de terre vient en appui à côté des autres tubercules comme le manioc, la patate douce, les ignames etc. [5]. En effet, la culture de pomme de terre n'entre pas en concurrence avec les cultures vivrières traditionnelles des saisons de pluies [3]. Ainsi les fortes potentialités agricoles de la région permettent de répondre aux exigences de la culture de pomme de terre, et de pratiquer trois cycles de cette culture au cours de l'année [10]. Cependant, on remarque que la majorité des exploitants ne pratiquent pas cette culture. Cela se manifeste en outre par des faibles superficies emblavées et un nombre très restreint des producteurs [12]. L'organisation de la commercialisation reste problématique et ceci est d'autant plus accentué par l'absence d'infrastructures de traitement post-récolte [11]. Malgré ces handicaps, la proximité de beaucoup de marché à Lubumbashi constitue un avantage pour la Région comme il se trouve être un lieu sûr d'écoulement des produits. Ainsi il ressort de [1] dire que le marché étant un élément clé de la production, le producteur a tout intérêt de chercher à résoudre le problème lié à la commercialisation avant de se lancer à toute production. C'est pourquoi, [6] certifie que le rôle de la commercialisation mérite d'être souligné dans les programmes agricoles en raison de ses multiples répercussions sur la production. En outre, [14] ajoute que la culture de la pomme de terre a besoin donc d'être développée, afin d'améliorer les rendements, de minimiser les coûts de production et de vente dans le souci d'accroître le revenu de producteur et aussi permettre une accessibilité facile aux consommateurs étant donné que l'accès aux aliments reste l'une des composantes de la sécurité alimentaire qui pose un problème dans la plupart de pays. Ainsi, [2] notifie que La filière pomme de terre a été identifiée comme étant une filière porteuse pour une région de production. En effet, c'est une filière qui manifeste une demande non satisfaite au niveau local et qui implique un nombre élevé d'acteurs dont les collecteurs, les grossistes, les détaillants et les producteurs. La culture de pomme de terre a d'ailleurs une double vocation au sein des exploitations : la vocation alimentaire et la vocation commerciale ; elle constitue alors une source de revenus non négligeable pour les exploitants [7]. Cet état des choses démontre la situation actuelle de zone de l'hinterland minier de Lubumbashi où on remarque un épanouissement des études de filière de produits agricole. Malgré cela, peu habituel sont les études ayant abordé sur la commercialisation et la consommation des produits agricole à Lubumbashi, encore moins la filière de produits agricoles cas de la pomme de terre. En effet, ce travail a pour but de faire une analyse de la rentabilité économique-financière de la pomme de terre par l'approche filière dans l'hinterland minier de Lubumbashi. Pour y arriver, les objectifs spécifiques suivants sont poursuivis: évaluer la variabilité socio démographique de consommateur de pomme de terre, dégager la rentabilité, et bénéfice de la commercialisation (calibrage) chez les intermédiaires par rapport au marché d'écoulement, estimer le cout de production, la productivité de travail, de terre et le prix au producteur.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU

Lubumbashi, appelé capitale du cuivre, est le chef-lieu de la province minière du Katanga, et est située dans le district du Haut-Katanga, au Sud-Est du Pays ($11^{\circ}40'$ de latitude sud, $27^{\circ}29'$ de longitude est et entre 1200 et 1300 m d'altitude). C'est la deuxième ville de la République Démocratique du Congo après la capitale Kinshasa, connue aussi par la présence de plusieurs gisements miniers, et ainsi par sa situation aux activités économiques avec une population d'environ deux millions d'habitants, cette ville appartient au type climatique Cw6 ou Cw7 de Koppen, son régime pluviométrique est caractérisé par une saison de pluies (novembre à mars), une saison sèche (mai à septembre) et deux mois de transition (avril et octobre).[15]

2.2 ZONE D'ÉTUDE ET ÉCHANTILLONNAGE

L'étude a été conduite en octobre – novembre 2015 dans l'hinterland minier de Lubumbashi, qui constitue la zone de production, de consommation et de commercialisation de pomme de terre dans le Katanga, dans la ville de Lubumbashi avec toutes ces communes. Une enquête et interview structurée ont été faite sur un échantillon de 85 intervenants qui sont mise en œuvre, à partir de la méthode d'échantillonnage aléatoire des sites mises en œuvre auprès des différents producteurs, vendeurs et les consommateurs. Pour y parvenir, Cette méthode consiste à la collecte des données au niveau des lieux de production, d'approvisionnement, d'écoulement et au consommateur de pomme de terre. Les principales rubriques du questionnaire d'enquête (fermé et ouvert) sont les caractéristiques du consommateur, dans le ménage enquêté, les perceptions sur les conditions de commercialisation de pomme de terre, les critères d'appréciation de la valeur nutritionnelle et le calibrage de pomme terre par les consommateurs.

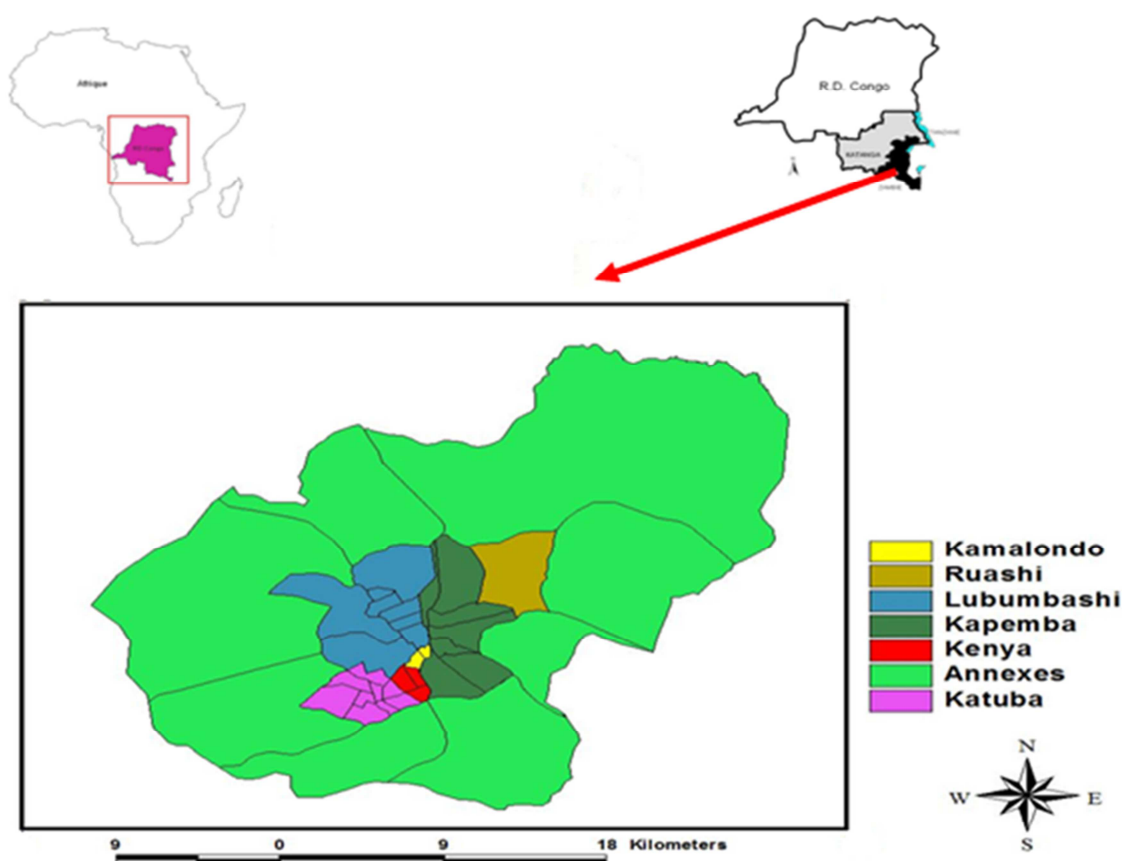


Fig. 1. ville de Lubumbashi avec toutes ses communes

2.3 DONNÉES COLLECTÉES ET ANALYSES STATISTIQUES

Les principales données collectées lors de l'enquête structurée se résument à ce qui suit : caractéristiques socio démographique des consommateurs comme l'âge, le sexe, le niveau d'instruction, la taille du ménage, Au niveau des intermédiaires conditions de commercialisation selon le positionnement du marché comme : les bénéfices, la rentabilité, le calibrage de la pomme de terre. Au niveau des producteurs : coût de production, la productivité de la terre, la productivité du travail et le prix de vente. Les données collectées ont fait l'objet d'un dépouillement manuel et ont été saisies dans une base de données Excel 2007 puis analysées à l'aide du logiciel d'analyse statistique Mini Tab version 16. La statistique descriptive comme la moyenne, la fréquence et l'écart-type, et la statistique quantitative ont été utilisées pour dégager les tendances des différentes variables précitées.

3 RESULTATS

Tableau. Variation des variables socio - démographiques des consommateurs de la pomme de terre

Communes	Âges	Taille de ménage	Consommation annuelle
Lubumbashi	45,8±7,19	7,6±1,517B	115,20±54,73A
Kampemba	52,0±8,746	9,0±1,0AB	30,0±41,93A
Katuba	55,0±6,083	10,0±1,225AB	77,60±71,74A
Kenya	58,0±5,244	10,6±1,517A	64,60±54,12A
Ruashi	58,6±6,877	9,6±1,517AB	67,60±54,12A
Kamalondo	49,2±5,45	9,0±0,707AB	67,60±42,15A
Test de Tukey (Valeur de p)	0,038	0,023	0,309

Source : nos enquêtes

• Age des consommateurs de la pomme de terre

La moyenne d'âge des consommateurs de la pomme à Lubumbashi est de 53,1±5. La comparaison des moyennes d'âge a montré qu'il existe une différence significative d'âge ($p < 0,05$) en fonction des communes. Les consommateurs les plus âgés se trouvent dans les communes RUASHI et KENYA ; les moins âgés dans la commune Lubumbashi, précédés respectivement des communes KAMPEMBA, KAMALONDO et KATUBA.

• La taille moyenne de ménages des consommateurs

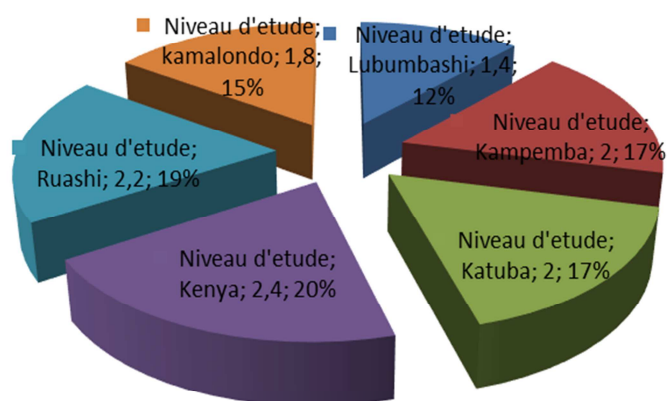
La moyenne des tailles des ménages consommateurs de la pomme de terre varie autour de 9,3±1. La comparaison des tailles moyennes montre qu'il y a une différence significative de taille de famille ($p < 0,05$) en fonction des communes. Les familles nombreuses se rencontrent dans les communes RUASHI, KATUBA et KENYA. Les petites familles se trouvent dans la commune Lubumbashi, alors que les familles de taille moyenne se trouvent dans les communes KAMPEMBA et KAMALONDO.

• La fréquence de consommation de pomme de terre dans les ménages

La moyenne de consommation de la pomme à Lubumbashi de terre a varié autour de 66,2±30,2 par an. La comparaison des moyennes par le test de Tukey ne signale aucune différence significative de consommation entre les communes. Néanmoins, la commune de Lubumbashi présente une tendance à des fréquences de consommation relativement élevées.

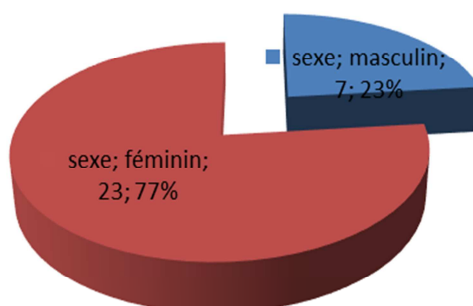
• La répartition des niveaux d'études des consommateurs de pomme de terre

La moyenne de niveau d'étude dans la consommation de la pomme à Lubumbashi de terre a varié autour de 1,9±0,3. La comparaison des moyennes par le test de Tukey signale une différence significative de consommation entre les communes en fonction de niveau d'étude. On remarque la commune de Lubumbashi présente un niveau d'étude élevé, suivi de KAMALONDO et la commune de Kenya vient en dernière position avec un niveau plus bas.



• La répartition de sexes dans la consommation de pomme de terre

La moyenne de sexe dans la consommation de la pomme à Lubumbashi de terre a varié. La comparaison des moyennes de sexe par le test de Tukey, signale une différence significative entre les communes. On remarque qu'il y a plus de sexe féminin avec 77% dans l'ensemble des communes et 23% des sexes masculins dans la consommation



❖ Point de vu producteurs :

➤ Cout de production :



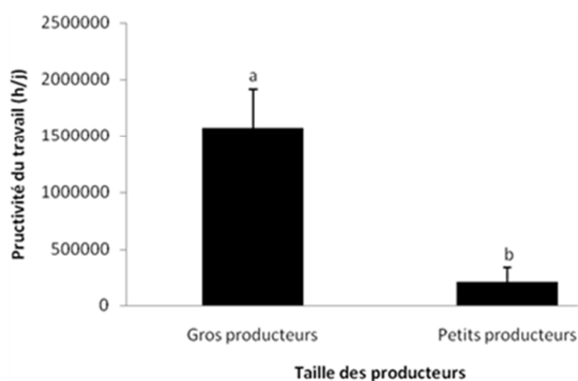
Le cout de la pomme de terre a varié selon la taille des producteurs. La comparaison des bénéfices montre qu'il n'y a pas une différence significative des coûts de production ($p>0,05$) en fonction des tailles respectives. Par contre, la tendance aux coûts élevés dans la production se perçoit chez les grands producteurs.

➤ Productivité de terre



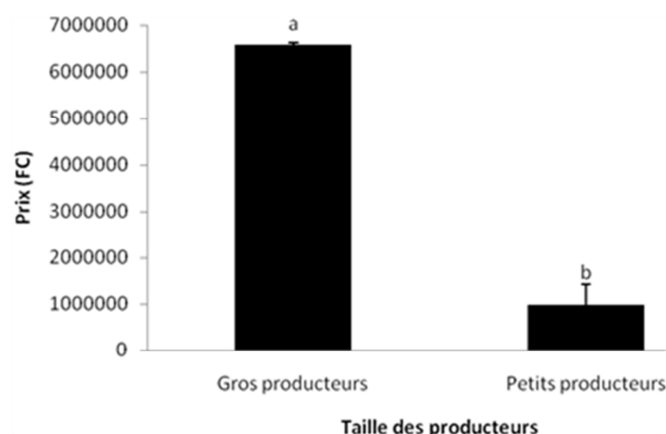
La productivité de la terre varie en fonction de la taille des producteurs. La comparaison des moyennes de productivité signale une différence significative ($p<0,05$) en fonction de la taille des producteurs. D'après ces analyses, les grands producteurs récoltent un bon rendement par rapport aux petits producteurs.

➤ Productivité du travail



La productivité de travail varie en fonction de la taille des producteurs. La comparaison des moyennes de productivité signale une différence significative ($p<0,05$) en fonction de la taille des producteurs. D'après ces analyses, les grands producteurs emploient plusieurs tacherons par hectare et par jour.

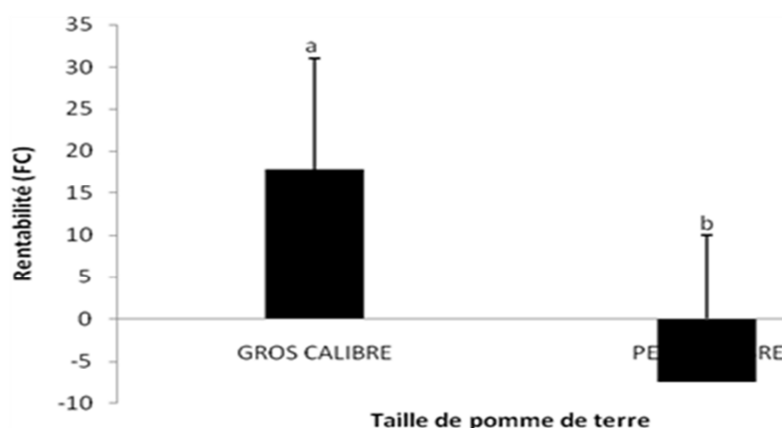
➤ Prix



Le prix de la pomme de terre a varié selon les producteurs en fonction des tailles respectives. La comparaison des prix montre qu'il y a une différence significative des prix ($p < 0,05$) en fonction des producteurs. Toutefois, les grands producteurs vendent leurs pommes à des prix relativement chers, comparativement aux petits producteurs.

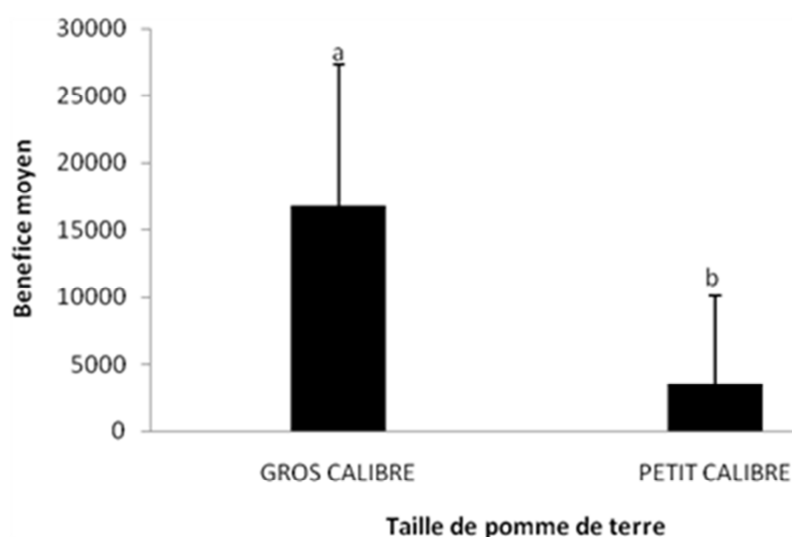
❖ Point de Vu de l'intermédiaire

➤ Vue rentabilité :



La rentabilité de la pomme de terre a varié selon les marchés, en tenant compte de l'élasticité de la demande et la préférence de consommateur sur le marché. Par contre, la comparaison des moyennes de rentabilité de pomme de terre signale une différence significative entre les différents marchés. Cependant, des tendances d'obtention de meilleure rentabilité s'observe aux gros calibres. Par contre les vendeurs possédant beaucoup plus de petit calibre font une perte plus élevée suivant la préférence des consommateurs aux marchés.

➤ Vue bénéfice



Le bénéfice moyen de la pomme de terre a varié de 16726 ± 10636 selon les marchés, en tenant de l'élasticité de la demande et la préférence de consommateur. Par contre, la comparaison des moyennes de rentabilité de pomme de terre signale une différence significative entre les différents marchés en fonction du bénéfice moyenne en fonction de sa taille. Cependant, des tendances montrent un bénéfice plus élevé aux gros calibres que les petits calibres avec une moyenne de 3529 ± 6599 .

4 DISCUSSION

4.1 PRODUCTION DE LA POMME DE TERRE

L'analyse de la filière pomme de terre à la production met en évidence l'intérêt qui revient aux gros producteurs, pour le coût, la productivité de la terre et du travail, ainsi que le prix nettement supérieurs à ceux des petits producteurs [8]. D'après l'analyse de variance, la taille des producteurs suppose un gain d'intérêt pour un minimum d'exploitabilité de culture. Ces résultats sont en accord avec la littérature au point d'une considération de l'étendue minimale susceptible d'influer sur la rentabilité. La perte de bénéfice chez les petits producteurs pourrait être attribuée à l'insuffisance de matériels et produits phytosanitaires, reconnus comme garantissant les meilleurs rendements de la pomme de terre une étude de filière qui était faite en guinée par [11]. Dans les mêmes conditions de l'hinterland minier de Lubumbashi, les petits producteurs sont en général, moins équipés pour la conduite et la production culturale. Plusieurs auteurs ont mis en relation le rendement et la productivité culturale. Au regard des coûts élevés enregistrés chez les grands producteurs, le bénéfice semble répondre à la logique économique-financière. En effet, [9] rapporte que : « la rentabilité est liée non seulement aux coûts de production mais aussi aux recettes générées ». D'après cet auteur, la rentabilité peut être définie de plusieurs manières différentes, par exemple comme la différence entre les recettes et les coûts (marge brute), ou comme le ratio entre les coûts et les recettes. Les petits producteurs engagent un coût relativement élevé par rapport aux recettes que génère leur production. Il semble que les petits producteurs partagent la moitié leur récolte pour le paiement des tacherons en lieu et place de la manque de la main d'œuvre. [10] explique aussi que dans toutes les zones, on retrouve une situation similaire pour les petits producteurs indépendants; à savoir une faible maîtrise des circuits de commercialisation due à différents facteurs : la volonté pour les producteurs de vendre au plus vite leur production, peu ou pas de moyens de stockage et de conditionnement, un manque d'information au niveau des prix et des circuits commerciaux.

4.2 INTERMÉDIAIRES DE LA FILIÈRE

Les résultats relatifs aux intervenants de la filière entre les producteurs et le marché, montre qu'il y a plutôt de bénéfices au deuxième niveau d'intervenants comparativement au premier, le coût total de dépense, le prix de vente, tournant en leur faveur. Par contre, l'élasticité et le rendement liés à la production de la pomme de terre sont mieux représentés au premier niveau d'intervenant. Bien que les coûts et le bénéfice soient importants au second niveau, leur rentabilité serait faible au fait que les acteurs de ce niveau ne soient pas directement liés aux producteurs, pour autant qu'ils ne puissent influencer le

prix à l'achat. Les intermédiaires de premier niveau sont en même d'imposer leur prix aux producteurs, de façon a gagné en termes d'élasticité. Nous pensons également que la taille de l'échantillon ait contribué au manque de précision pour une rentabilité inadéquate de ce niveau.

4.3 POMME DE TERRE AU MARCHÉ DE LUBUMBASHI

L'analyse de filière pomme de terre indique que la rentabilité est à la fois fonction de marché et du calibrage de la pomme de terre. Or la vente de la pomme de terre reste nettement supérieure aux marchés RAIL et ZAMBIA, comparativement au reste des marchés enquêtés. Cette tendance des résultats pourrait s'expliquer par la charge des moindres coûts incluant le paiement des taxes. Il se trouve, exceptionnellement pour les deux marchés, que la fourniture de pommes de terre n'interfère aucunement avec le paiement de la taxe. Contrairement à la logique de taxe, le marché MIMBULU et marché zone Kenya travaillent à perte de rentabilité étant donné le coût de transport élevé. En rapport avec le calibrage, les pommes de gros calibre génèrent plus de rentabilité, comparées au petit calibre. La mesure (seau ou KAMBEKETSHI en Swahili) vaut différents prix en plus du poids, selon qu'il s'agit du gros ou du petit calibre. En effet, la mesure de gros calibre pèse 6,5 Kg et coûte relativement cher, alors que le petit calibre pèse 4,2 Kg. En plus, la demande de gros calibre est relativement forte en termes de préférence. Les recettes de la pomme de terre ont variées selon les marchés, de sorte que les marchés MZE et RAIL réalisent des recettes plus élevées par rapport au reste des marchés enquêtés. Le marché, plutôt orienté à la hausse, se caractérise par une forte élasticité des prix, de faibles variations de la production entraînant des fluctuations de prix importantes [8]. Cette variabilité tient au difficile ajustement de la production à la consommation sur certains marchés qui demeure essentiellement dépendant des lieux d'approvisionnement les plus proches, en raison du coût relatif élevé du transport pour ce produit [3].

4.4 MÉNAGES ET CONSOMMATION DE LA POMME DE TERRE

Les consommateurs de la pomme de terre varient en fonction d'âge, de niveau d'étude, de la taille de ménage et de la fréquence de consommation annuelle. Le niveau d'étude universitaire est rencontré dans la commune de Lubumbashi, auquel on associe la fréquence de consommation annuelle élevée, en dépit de la faible taille des ménages. Nous attribuons cette situation au taux de bourgeoisie que regorge cette commune sur l'ensemble de la ville de Lubumbashi.

5 CONCLUSION

Il ressort de ces résultats que les gros producteurs ont le monopole de rentabilité par rapport aux petits, dont le coût de production reste faible. Les intermédiaires de deuxième niveau réalisent de bénéfices importants, malgré que leur rentabilité soit comparativement négligeable par rapport aux intermédiaires de premier niveau qui établissent des contacts directs avec les producteurs. Par ailleurs, le bénéfice a fluctué en fonction des marchés, de sorte que certains marchés sont avantagés à l'absence des obstacles qui alourdissent le coût, le cas de taxes au péage et à la douane. Une part de variabilité attribuée à la pomme de terre au marché tient au calibrage qui varie indépendamment des marchés. D'après cette étude, la pomme de terre de gros calibre est la plus rentable. Quant aux consommateurs, la variabilité des ménages est perçue en termes d'âge, de niveau d'étude ; de taille et de fréquence de consommation annuelle.

REFERENCES

- [1] SIDIKOU L 2002, la filière de pomme de terre et l'importation des produits de l'Afrique l'Ouest
- [2] SONIA ANDRIANARIVELO 2006, Analyse de filière de pomme de terre
- [3] LUTZ C, 1992: fonctionnement du marché des produits agricoles
- [4] ERICK TOLLENS & APPAULINAIRE, 2006 RD Congo profil des marchés pour des évaluations d'urgence de la sécurité alimentaire, éd. PAM, ROME
- [5] EASYPOL FAO, 2005 Institut du végétal, sept. 2004. Culture de la pomme de terre de conservation, 72 p
- [6] SANOUSI DET & AL 2012 sécurités alimentaires et la balance des Etats subsaharien
- [7] DEBOIS D & LEGRIS B, 2004 Prix et coûts de production de six grandes cultures : blé, maïs, colza, tournesol, betterave et pomme de terre. AGREST CAHIERS, 11p.
- [8] LATRUFFE L, 2010, « Compétitivité, productivité et efficacité dans les secteurs agricole et agroalimentaire », Éditions OCDE. <http://dx.doi.org/10.1787/5km91nj6929p-fr>
- [9] BEAUREGARD-LANGELIER, 2004.Impacts du commerce international sur les filières pomme de terre en Guinée et riz au Mali. UPA Développement international (UPADI), 68p, éd. CIRAD crêt

- [10] Guide technique 2014: culture de pomme de terre en république démocratique du Congo
- [11] EASYPol FAO 2005 la filière des produits agricoles dans la région du grand lac.
- [12] Besacier C. ; 1990. Analyse de la variabilité des rendements de la pomme de terre dans le Nord de la chefferie de Bafou ouest Cameroun. Thèse – Mémoire 98 p. ENSSAA Dijon
- [13] Document de stratégie du développement du Secteur Rural : MINADER, 2005.
- [14] RAKOTOARISOA Benjamin, RAZAFINDRAIBE Rolland. « Diagnostic approfondi de la Filière pomme de terre à Madagascar ». Synthèse et recommandations – Rapport final. CITE / FOFIFA – SCAC/MINAGRI/UPDR, juillet 2001
- [15] Carole K. 2011, Etude des caractéristiques socio – économiques et technico – professionnelle des producteurs en lien avec la spatialité de leur activité à Lubumbashi.

Contraintes de mobilisation et difficultés de conduite d'une démarche qualité au sein de l'entreprise marocaine : Modélisation et étude de Cas de PME

[Mobilization difficulties and constraints of conducting a quality of gait in the morrocan company : modeling end case study of SME]

Dikra EL MAGUIRI

Enseignante chercheure à la FSJES Ain Sebaa-Casablanca, UH2-Casablanca, Morocco

Copyright © 2016 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: H. Mahé de BOISLANDELLE avait développé un modèle intégré qui aborde la problématique de gestion des ressources humaines comme fonction stratégique au sein de l'entreprise en général, la PME en particulier. En s'inspirant de ce modèle, l'exercice effectué à travers cet article consiste à traiter de l'application d'un modèle dédié à la mobilisation des ressources humaines dans le contexte spécifique de conduite d'un changement par la qualité. Mobilisation et Changement par la qualité, forment en effet, l'essentiel des mots clés de cet exercice dont le résultat constitue un modèle systémique, dynamique et prescriptible aux entreprises qui voudraient mettre à l'abri de l'échec, causé par la démobilisation des employés, leur projet de mise en place et mise en œuvre d'un système de qualité. Pour valider le modèle de mobilisation contextualisé dans la conduite de la démarche qualité, une étude empirique est requise. Elle a été menée au sein d'une PME qui a vécu une double expérience de mener ce projet de changement par la qualité.

KEYWORDS: Changement par la Qualité, Mobilisation, Adhésion, Responsabilisation, Motivation & Satisfaction.

CLASSIFICATION JEL: M12, M54 et L29.

1 INTRODUCTION

Le management global de la qualité « TQM »¹, qui se présente toujours comme une clef de succès aux entreprises contraintes à devenir compétitives, correspond à un changement par la qualité à mener ; **un projet de changement de nature globale** centré à la fois sur la structure, les personnes et à l'échéance sur la technologie². Mais au-delà des modifications formelles, techniques et économiques, la normalisation développée par cette démarche qualité impose une nouvelle morale visant la transparence du travail concret et le conformisme des salariés pour mieux s'en assurer la maîtrise. En effet, l'absence de direction précise, les rapports de force dans l'environnement professionnel, des compétences mal utilisées et une délimitation floue de la liberté d'action (ou de l'autonomie de décision) de chacun, sont autant d'entraves

¹ On considère à travers ce papier que les concepts : Total Quality Management (TQM), Changement par la qualité, Qualité Totale, Système qualité ISO, signifient et sont tous équivalents à la démarche qualité.

² D. EL MAGUIRI, *La mobilisation du personnel dans un contexte de conduite d'un changement par la qualité -Etude de cas d'entreprises marocaines-* Thèse, Faculté de Droit-Marrakech, 2008

aux employés aussi efficaces que des menottes. Ces entraves évoquent un concept relevant du domaine des ressources humaines débattu davantage depuis des années sur le plan académique à savoir « la mobilisation ».

En effet, pour se mobiliser en permanence, les besoins d'un employé évoluent. Il aura d'abord besoin lors de son premier pas au sein d'une organisation d'être accueilli, intégré et par la suite sensibilisé aux projets. Faut de quoi son niveau de mobilisation reste minime voire nul et sa collaboration assez faible pour permettre l'atteinte des objectifs. En s'inspirant de A. Maslow (1954), on peut avancer que **ce qui mobilise un individu c'est la satisfaction d'un besoin, et un individu n'est sensible aux paramètres d'un niveau que si les niveaux précédents de besoins sont satisfaits**. Une fois suffisamment intégré et sensibilisé, il importe de faire jouer des leviers visant l'implication associée à la responsabilisation. A ce niveau, la mobilisation atteint des niveaux acceptables et partant la collaboration des employés pour faire avancer le projet de changement par la qualité. Franchi cette phase, on peut commencer à pratiquer la motivation proprement dite via des leviers provoquant la satisfaction voire la fidélisation des employés pour pérenniser la mobilisation et la collaboration et les pousser constamment vers leur maximum. On peut ainsi parler d'une recherche permanente de l'excellence en domaine de Ressources Humaines.

Ce raisonnement permet de mettre l'accent sur l'évolution et le renouvellement des besoins ressentis par un individu ou un groupe d'individus pour se mobiliser ainsi que des leviers à faire jouer au fur et à mesure. Certains leviers ou pratiques sont motivants d'autres sont seulement sécurisants. Mais tous importants pour mobiliser les troupes. Cette distinction permet de comprendre pourquoi certaines pratiques répondant à des facteurs d'un certain niveau limitent le mécontentement des individus mais ne les mobilisent plus³. L'organisation du travail et les pratiques mobilisatrices doivent en effet, apporter une réponse satisfaisante aux différentes séries de besoins à la fois pour éviter le mécontentement, le manque d'intégration et/ou de sensibilisation et pour atteindre la mobilisation permanente de chacun au sens des projets de l'organisation.

A travers cet article, l'objectif premier est la proposition d'un modèle prescriptible de mobilisation des employés dans un contexte de conduite d'un changement par la qualité élaboré après une revue de la littérature sur le sujet. Ce modèle consiste au sens de Marc MEUNIER & Marcel LAFLAMME⁴ en une « lunette » à la disposition des dirigeants qui permet de voir autrement les interactions humaines et la culture de l'organisation. Cette conception est le produit d'une contextualisation d'un modèle de GRH dans le cadre de la conduite de la démarche qualité.

Une seconde partie, est réservée ensuite à un essai de confirmation des constats avancés sur la réalité de l'entreprise marocaine au même titre que la validation du modèle proposé. Pour ce faire, nous procédons après avoir mis au point nos choix méthodologiques et du terrain empirique à l'application du modèle de mobilisation dans un cas d'entreprise marocaine à même de nous permettre de conclure sur l'opérationnalité du modèle, mais aussi sur les voies possibles d'amélioration.

2 PROPOSITION D'UN MODÈLE MOBILISATION DU PERSONNEL DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT PAR LA QUALITÉ

La revue de littérature liée aux domaines de mobilisation des RH et de conduite de la démarche qualité nous permet d'avancer qu'au-delà de la dimension technique, commerciale et économique, nous ne pouvons pas occulter la dimension humaine d'une démarche qualité. Dans ce cadre, l'entreprise ne peut pas se restreindre à une conception taylorienne qui impose une image réductrice de l'individu. Tous les discours et les approches théoriques actuels s'accordent sur le fait que les hommes peuvent donner un avantage compétitif à leur organisation.

Dans cette perspective émergent des préoccupations managériales telles que : *comment mobiliser les RH de façon continue ? Comment limiter les effets de comportements de type négatif et des problèmes de démotivation du personnel qui proviennent d'une multitude de facteurs ?* Autrement dit, la question centrale que nous proposons ainsi de traiter est : *la conduite d'une démarche qualité implique-t-elle une approche spécifique de mobilisation du personnel ?*

³ En s'inspirant de la théorie des deux facteurs chère à F. HERZBERG, 1959.

⁴ Marc MEUNIER & Marcel LAFLAMME, 1987, *Dynamisme Humain, dans l'excellence organisationnelle Approche systémique de la dimension humaine des organisations*. Agence d'ARC inc.(les éditions), p 91.

De même, dans l'essai de modélisation que nous proposons, on suppose alors que la nature des pratiques mobilisatrices, le niveau de mobilisation et la qualité de collaboration, requis sont corrélés au degré d'avancement de la démarche (la phase du processus de conduite) et aux besoins/attentes des collaborateurs y afférents.

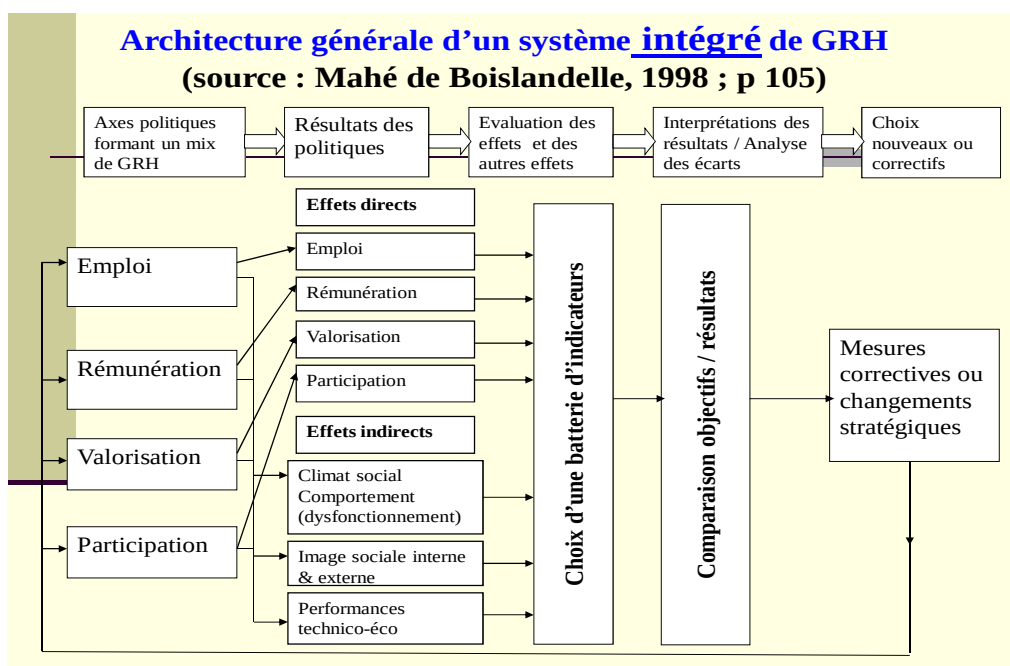
L'hypothèse centrale en est comme suit : *Les leviers qui agissent au niveau de la mobilisation des employés correspondent, dans chaque phase du processus de conduite de la démarche qualité, aux soucis de direction (collaboration du personnel) et aux besoins des individus (pour adhérer constamment au projet). Ceux-ci évoluent tout au long de ce processus.*

Cette hypothèse peut être déclinée en **trois prémisses**⁵ :

1. Il est possible, voire nécessaire, de décortiquer le processus de conduite de la démarche qualité en phases bien identifiées.
2. Il est possible de hiérarchiser les niveaux de mobilisation des employés, les soucis de collaboration ainsi que les besoins des individus tout au long du processus de conduite de la démarche qualité. La nature des leviers de mobilisation à faire jouer diffère selon chaque phase de conduite.
3. Il est possible de déployer un modèle de mobilisation RH dans un contexte de changement par la qualité pour assurer constamment le niveau de mobilisation requis.

Pour traiter de cette problématique, nous nous inspirons principalement du modèle de Mahé de BOISLANDELLE (1998) qui avait défini un mix des RH ou « mix-social » à partir d'un choix d'axes politiques et de variables d'action. Selon lui, le système de GRH revêt un caractère fortement contingent eu égard aux trois caractéristiques toutes fortement déterminantes : personnelles du dirigeant, juridico-économiques et sociales de l'environnement et celles technico-économiques ou organisationnelles de l'entreprise.

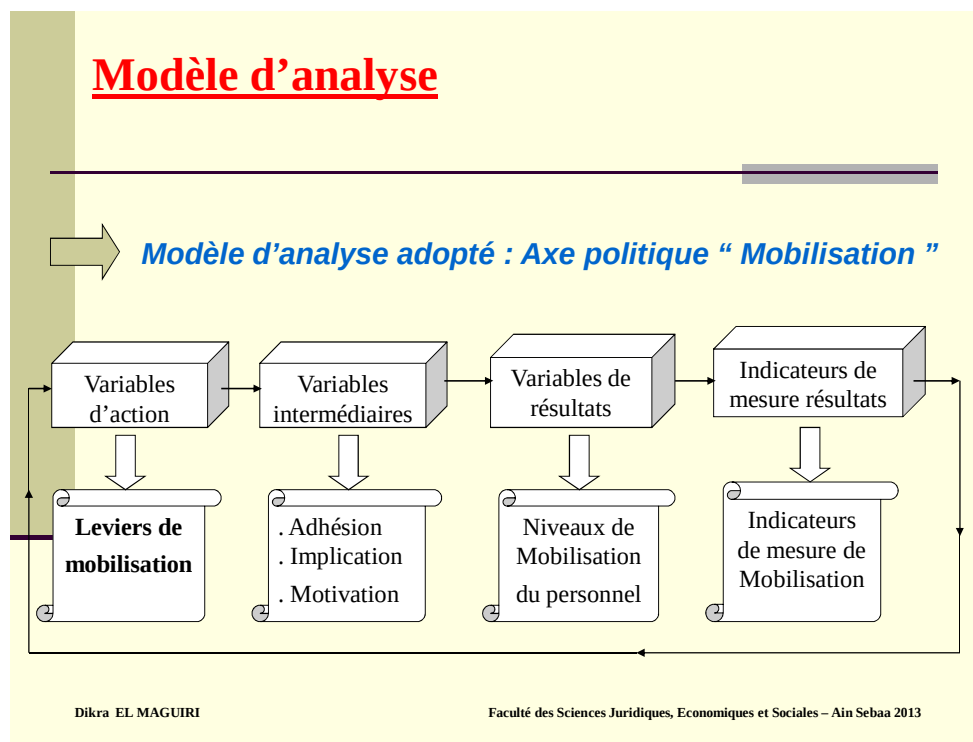
L'auteur regroupe l'ensemble de ces idées dans un schéma synthétique décrivant l'architecture générale du système de GRH, tel qu'il le conçoit : Les différentes composantes formant le mix ; les paramètres d'appréciation (ou variables de résultat) et leur articulation, en soulignant les séquences successives.



⁵ Le vocable « prémisses » est préféré dans une recherche qualitative à celui d'hypothèse, plus fréquent dans les travaux de nature quantitative.

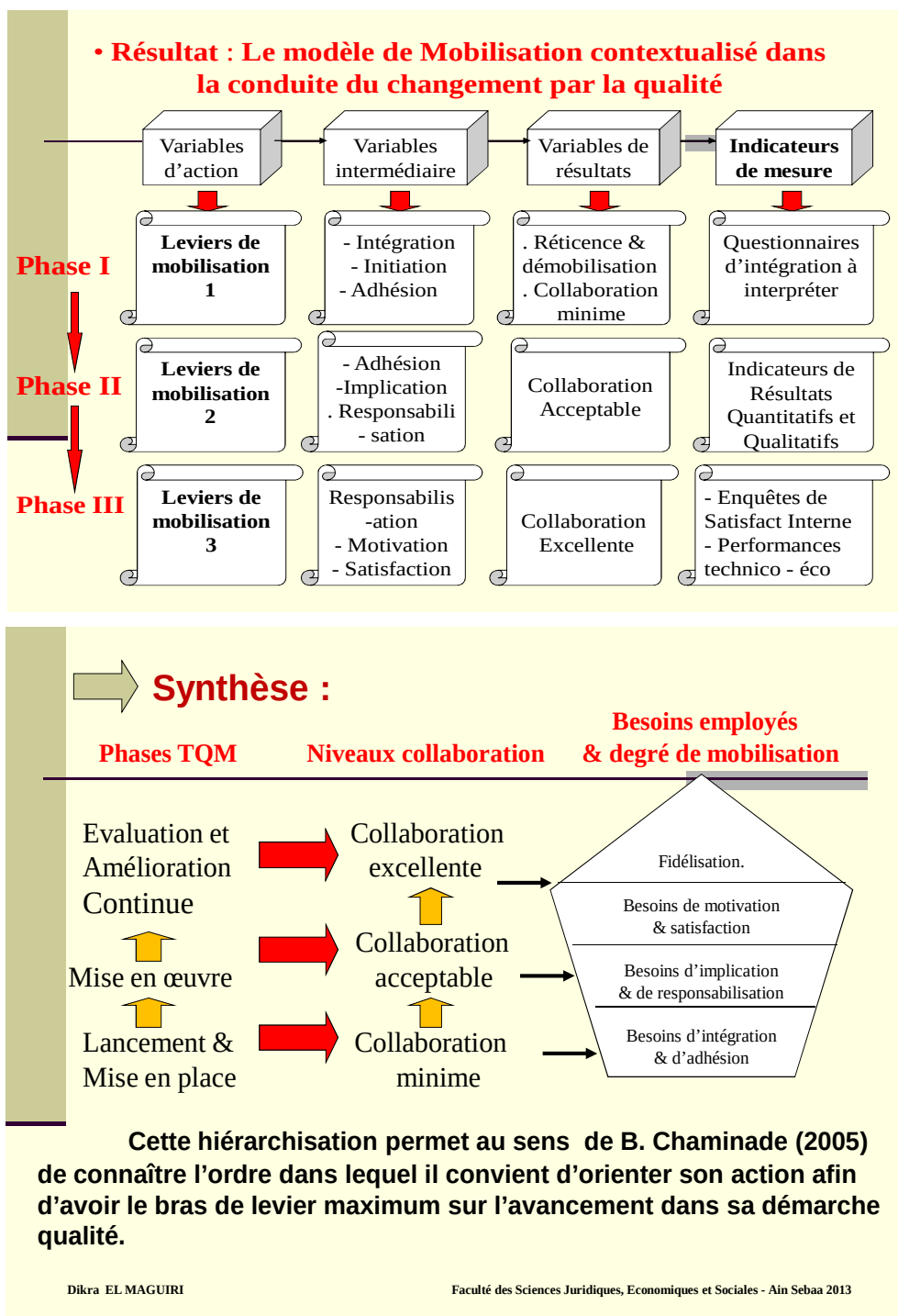
- Modèle d'analyse

Pour la construction de notre modèle, nous nous sommes focalisé uniquement sur les facteurs qui concernent le système de mobilisation dans une approche stratégique de la fonction RH (l'ensemble des axes du modèle ci-dessus, sont ainsi fusionné en un seul axe politique, intitulé – axe de Mobilisation -). Nous pouvons ainsi agir sur les leviers de mobilisation (**variables d'action**) susceptibles de renforcer la mobilisation du personnel (**variable de résultat**).



La revue de littérature sur le management de qualité nous apprend que la conduite d'une démarche qualité totale requiert des processus de mobilisation des salariés fondés sur « une intégration large et diverse plutôt que sur des moyens d'incitation plus directs » (MARTORY, CROZET, 1998). Ces processus se traduisent généralement tout au long de la concrétisation de ce changement par des pratiques permettant d'abord une Intégration & Initiation des salariés, suivies par leur Implication et Responsabilisation et enfin leur Motivation & Satisfaction. Ce sont des variables qu'on peut qualifier de **variables intermédiaires**.

- Le modèle de Mobilisation contextualisé dans la conduite d'un changement par la qualité



3 APPLICATION EMPIRIQUE DU MODÈLE

Les PME dans lesquelles la tradition est que peu de règles formelles dominent en matière d'emploi, l'emploi à vie est la norme, l'avancement et le pouvoir sont liés à l'ancienneté, ont formé notre cible dans ce travail.

3.1 SYNTHÈSE SUR LA MÉTHODOLOGIE

Nos choix méthodologiques s'inscrivent dans une approche qualitative longitudinale, basée sur la combinaison et la triangulation de différentes sources des données. En effet, nous avons usé d'une analyse des documents accessibles ; une retranscription et codage des interviews menés à travers des entretiens semi-directifs voire en profondeur avec différents intervenants et enfin l'observation d'abord passive (cas de FIL I) et ensuite active (cas de FIL II). Le codage des entretiens, la triangulation et l'analyse des diverses données et informations étaient réalisés avec l'aide du logiciel Nvivo 10.

Il s'agit du cas d'une expérience double d'une PME industrielle marocaine : de l'entreprise FIL I à l'entreprise FIL II.

- Première expérience : CAS DE L'ENTREPRISE FIL I - En 1998

Spécificité du cas	Protocoles de production de données
- PME, 100% Familiale ; - Entreprise Industrielle ; - Secteur d'activité : Textile & Habillement, Filière : Filature ; - Système qualité adopté : TQM et ISO 9002/1994 ; - Méthodologie : Entrevue, Entretiens et Observation passive.	• Personnes interviewées - Directeur Général ; - Deux Intervenants externes ; - Responsables de Production ; - Responsable du Personnel ; - Quelques Collaborateurs. • Documents Consultés - Convention de collaboration avec PTEX pour structuration de FIL I ; - Synthèse du plan de formation 1998-1999 de FIL I ; - Rapport d'ingénierie du Plan de Formation de FIL I

Protocoles de production de données

La forme des entretiens était semi-directive pour permettre à nos interlocuteurs de s'exprimer largement, dans un climat de confiance. Dans le cas de l'entreprise FIL I, nous avons eu l'occasion de suivre de plus près son expérience de changement par la qualité à côté des intervenants externes à partir de l'année 1998. Ceci nous a permis d'accéder aux différents types d'informations sans difficultés, observer et entretenir avec différents responsables et collaborateurs pendant l'exécution du projet. Nous avons testé et validé le *modèle de mobilisation contextualisé* dans cette entreprise et tiré conclusion de son expérience.

- **Seconde Expérience : Cas de FIL II**

Spécificité du cas	Protocoles de production de données
- PME dont le capital est réparti entre deux actionnaires ; - Entreprise Industrielle ; - Secteur d'activité : Textile & Habillement, Filière : Filature ; - Système qualité adopté : Mise à niveau (choix entre TQM et ISO 9000) ; - Méthodologie : Accompagnement et Observation Participative.	• Personnes interviewées - Directeur Général ; - Intervenants externes ; - Responsables de Production ; - Responsable du Personnel ; - Différents Collaborateurs. • Documents Consultés - Rapports d'activité annuels ; - Rapports de missions organisées ; - P.V des réunions ; - Témoignage présenté lors de la semaine qualité 2003.

Protocoles de production de données

Dans le cas de FIL II nous étions membre des intervenants internes responsables de la mise en place du nouveau système baptisé par la direction de qualité. Nous avons participé et suivi depuis le début cette expérience. Tout en neutralisant notre appartenance à la société en question, nous avons procédé à une analyse objective du cas et testé la validité de notre modèle théorique dans cette entreprise.

L'observation active et/ou passive a constitué la principale base d'information et d'analyse de cette étude empirique. Pour faire ressortir les éléments constitutifs de notre modèle de mobilisation, nous avons procédé comme prévu à des entretiens dont un guide spécifique a été élaboré. Leur forme est semi-directive pour permettre aux interlocuteurs de s'exprimer largement, dans un climat de confiance. La synthèse ainsi que l'analyse des données en suivent le plan.

3.2 LE SYSTÈME DE MOBILISATION AU SEIN D'UNE PME INDUSTRIELLE : UNE DOUBLE EXPÉRIENCE, DE « FIL I » À « FIL II »

3.2.1 EXPÉRIENCE DE L'ENTREPRISE FIL I (EN 1998)

• **VOLET I : CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE FIL I**

1- Profil du dirigeant

Le dirigeant de FIL I est une personne jeune, fils de la famille propriétaire ; d'une formation technique (BTS) menée à l'étranger. Son statut au sein de l'entreprise est celui de Directeur Général. Il était fortement imprégné par le style de management traditionnel qui se base notamment sur le pouvoir et le contrôle associé au management par la crainte.

2- L'entreprise

FIL I est une société anonyme à 100% familiale fondée en 1971 avec un total d'effectif de 120 personnes. Suite à des problèmes financiers, l'activité a été arrêtée durant 18 mois en 1995. Les fabrications ont repris en avril 1997 et une stratégie commerciale et financière a permis de reconstituer une clientèle qui appréciait les produits et les délais qui y étaient respectés (Diagnostic et état des lieux des experts externes 1998).

3- L'organisation de FIL I dont la GRH

Il s'agissait d'une structure nettement hiérarchique dont l'organe-clé est le dirigeant avec un centre opérationnel important. Très impliqué dans la relance, le dirigeant coordonne, via une supervision directe, et son omniprésence garantit une bonne relation entre les départements fonctionnels et les départements opérationnels. Aucune procédure écrite n'existe.

- Le Système des ressources humaines⁶

La fonction GRH est réduite à une gestion traditionnelle du personnel (exécution de paie, contrat, autres formalités) assignée à un responsable directement lié au dirigeant dont la compétence provient de la seule expérience accumulée à côté des dirigeants depuis la fondation de la société.

• **VOLET II : LA CONDUITE DE LA DEMARCHE QUALITE ET MOBILISATION DES RH**

4- Le système qualité

Les intervenants externes ont précisé et recommandé aux responsables, à l'issue de leur diagnostic de départ, la mise en place de la démarche TQM (Total Quality Management). Cette démarche présenterait l'avantage de conduire éventuellement, mais pas forcément, à une certification ISO 9002 pour un système rôdé de fonctionnement⁷.

5- Parcours de concrétisation de la démarche qualité

Il était prévu que cette démarche soit menée en **quatre phases majeures** tout au long des trois années (Convention de collaboration avec PTEX pour structuration de FIL I). Une phase de préparation⁸, une deuxième phase de la mise en application (le coup d'envoi de la démarche TQM), une troisième dite de l'exécution ou concrétisation⁹ et une dernière phase relative à l'évaluation de la démarche.

Quant au déroulement effectif, la première et la seconde phase ont été conduites par les experts externes avec la collaboration du dirigeant. Les phases suivantes nécessitent la participation de tous, chacun dans l'activité qui le concerne. Cependant, depuis le début de la mise en œuvre effective, certaines conditions sine qua non qui relèvent de la responsabilité de la direction, pour réussir un tel projet, faisaient, en partie, défaut, notamment :

- Absence de la structure qualité requise dans ce changement. Un besoin de recrutement au niveau de la direction a été très ressenti (aucun interlocuteur autre que le dirigeant n'est affecté pour suivre et coordonner le projet) ;
- Des recommandations qui devaient être réalisées afin de progressivement décharger le dirigeant des tâches ancillaires afin qu'il puisse se consacrer de plus en plus aux tâches managériales qui visent à la préparation de l'avenir n'ont pas été prises en compte ;
- Aucun apprentissage du suivi des paramètres du processus n'a eu lieu. De même, l'introduction des traitements statistiques n'a pas été lancée ;
- Manque d'engagement permanent du Top Management en la personne du dirigeant. On retrouve, dans ce cas, les propos de M. CROZIER sur l'engagement « nous vivons encore dans une philosophie de la communication selon laquelle les dirigeants croient qu'ils ont agi parce qu'ils ont parlé ».

L'engagement initial s'est traduit en effet en signant la convention. L'engagement permanent au sens de PH. DETRIE (2001) avait fait défaut. Les réelles raisons restaient difficiles à déduire, surtout que l'initiation du changement par la qualité était proposée par le dirigeant lui-même.

Les actions menées quant à elles relèvent notamment du planning de formation réalisé par les intervenants externes et sont réduites à :

- La sensibilisation du personnel, qui était confiée sur le terrain, dès le départ, à un intervenant externe sans la présence du dirigeant. L'effet du poids de présence du dirigeant sur les collaborateurs avait manqué et, partant, la raison d'être ou bien la légitimité de la démarche qualité ;

⁶ Selon le rapport des intervenants externes.

⁷ Rapport d'expertise, 1998, op cit. La démarche TQM était prévue dans le cadre d'une convention dont la durée était estimée à 3 ans. Date d'effet : 01/09/1998. Date fin d'exécution 31/08/2001. PTEX, donneur d'ordre de FIL I faisait partie de cette convention.

⁸ Sous notre observation, cette phase de préparation a été conduite par les intervenants externes avec l'assistance des responsables des services.

⁹ Cette phase devait consister selon le rapport des experts en une amélioration du rendement des installations pilotes, l'organisation de la maintenance préventive et de la planification, une formation technique et générale et une organisation de la gestion de qualité.

- Parallèlement, une formation d'initiation dédiée aux cadres (responsables ateliers de Production) avait été organisée dans les locaux de l'entreprise par un expert étranger, chef du projet.

Le responsable du personnel n'avait jamais été consulté au sujet de la démarche qualité ni interpellé pour y contribuer (affirmation du responsable du personnel). La décision appartient en effet au dirigeant et à lui seul, ce qui confirme les caractéristiques d'une organisation PME en général (concentration des tâches de décision).

En conclusion, nous avançons que si le projet était bloqué plus tôt que prévu (les intervenants externes avaient arrêté leurs interventions et le dirigeant de l'entreprise avait suspendu à son tour, le projet), pour différentes causes, celle d'un manque à la fois d'engagement permanent et de mobilisation en interne (direction et collaborateurs) n'en sont pas moins importantes.

6- Synthèse sur la validation du modèle de recherche au sein de FIL I

Dans le cas de l'entreprise FIL I, la conduite du TQM a été entamée par des experts nationaux et internationaux. Ces derniers ont réalisé le diagnostic du départ avec succès et ont dressé le planning de conduite dans tous ces détails.

Cependant, le seul interlocuteur interne de cette équipe externe était le dirigeant qui était profondément occupé par les activités opérationnelles. Aucun responsable ni fonction de support logistique n'existait. C'était là un signe de risque car la pression du quotidien ne permettait pas au dirigeant seul de veiller à la bonne conduite d'un aussi important projet de changement. L'équipe de pilotage étant manquante (EMT pour *Jeanie Danel DUCK, 2000* ; EPQ pour *M. NOUIGA, 2003*), un pré-requis dont l'absence implique la non-faisabilité du projet et pose le problème de coordination, présente ainsi un premier frein¹⁰.

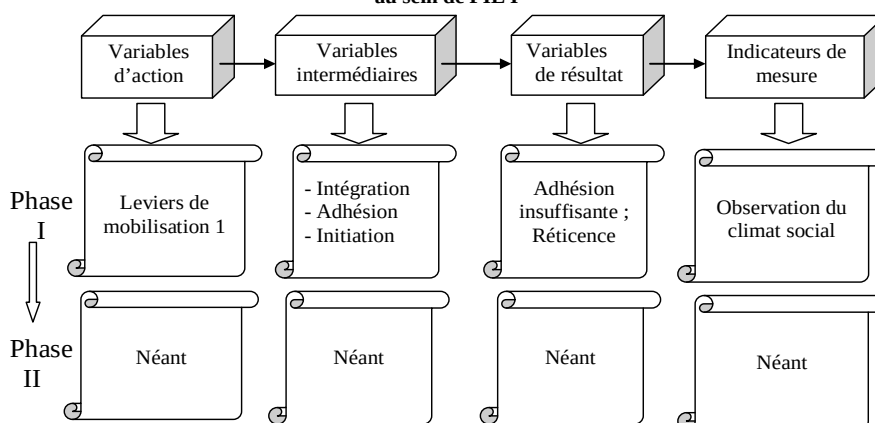
Ensuite durant le court avancement de la démarche, les intervenants externes avaient noté une première **démobilisation** de la part de la hiérarchie. Les employés ne voyaient pas clairement le projet ni leurs intérêts individuels (*CROZIER et FRIEDBERG (1977)*). L'absence de toute procédure relevant des RH, que ce soit un contrat personnel, un système d'intégration ou autre n'a pas été comblée, ni par une communication massive ni par une formation et/ou une sensibilisation au sujet de l'enjeu du projet. **Nous disons qu'il s'agit d'un échec dans l'adhésion des employés dans le changement à mener.**

Nous pensons que la situation précaire de toutes les procédures liées aux conditions de redémarrage d'une part, le souci du redressement commercial à tous les niveaux d'autre part, ont fait que les responsables, contremaîtres et ouvriers se sentaient perdus et manquaient de confiance pour croire en la reprise de l'activité, en l'avenir et l'enjeu d'un tel projet de changement « TQM ». Nous retrouvons à ce niveau le concept central de « résistance au changement » (*P. STREBEL (2000)* ; *Scott et Jaffe(1999)*, *Bariel et SAVOIE(2000)*). La sensibilisation est la bonne voie mais n'étant pas très crédible ni suffisante toute seule, l'objectif a été difficile à atteindre et le niveau de mobilisation au-dessous des aspirations. Les leviers qui ont agi, bien qu'intéressants, ne suffisent pas pour empêcher **l'état de démobilisation** et n'assurent pas une intégration et/ou adhésion suffisantes au projet (*WILS et al. (1998)*; *B. CHAMINADE (2005)*, *CH 3*. *STREBEL (2000)* ; *Scott et Jaffe (1999)*, *Bariel et SAVOIE(2000)*).

Notre modèle est ainsi confirmé dans sa première phase. L'absence d'un **engagement permanent** (*Ph. DETRIE (2001)*) et des conditions minimales d'adhésion et d'intégration des employés ne permet pas de franchir la phase de mise en place du TQM. Nous récapitulons, par le schéma ci-après le modèle de mobilisation dans le cadre d'un changement par la qualité au sein de FIL I :

¹⁰ John P. KOTTER(2000), *il ne faut pas laisser des obstacles.*

Figure 13 : modèle de mobilisation dans le cadre d'un changement par la qualité au sein de FIL I



De même, le tableau ci-après récapitule l'ensemble des leviers qui ont agi tout au long du processus court de lancement de la démarche qualité.

Leviers de mobilisation au cours du lancement de la démarche qualité FIL I

Phases TQM	Leviers de mobilisation au niveau individuel	Leviers de mobilisation au niveau collectif
LANCEMENT & MISE EN PLACE	. Contrat personnel : [peu de précision et de clarté des contrats personnels des employés dans leur dimension formelle (tâches, salaire, système d'évaluation...)] . Intégration et adhésion insuffisantes.	. Une communication limitée et peu crédible . Une formation ou initiation à la démarche qualité . Sensibilisation

3.2.2 EXPÉRIENCE DE LA SOCIÉTÉ FIL II

• VOLET I : CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE FIL II

1. Profil du dirigeant

L'âge des dirigeants décideurs est relativement jeune, le PDG du groupe a un âge entre 40 et 50 ans ; celui du directeur de l'unité de production, objet de notre étude est d'environ 35 ans. Actionnaire, ce dernier, de formation technique, est d'une expérience dans le domaine dépassant les dix ans lors du lancement de la démarche qualité en 2000.

Changement/Mondialisation et Concurrence/Compétitivité sont reconnus comme mots clés de l'environnement actuel dans lequel opèrent aujourd'hui les entreprises. Cependant, la règle réactive continue à dominer en matière de décision. La conception de l'homme qui domine toujours au sein de l'entreprise est la conception traditionnelle.

2. L'Entreprise

FIL II est une SARL à un capital de 1 000 000 DHS. L'exploitation a démarré en 2000 dans une unité (matériel et personnel) dont l'histoire remonte à longtemps : « FIL I ». L'actionnariat est renouvelé avec la participation de l'ancien directeur général de FIL I.

L'effectif était d'environ 200 personnes. Le contexte d'exploitation de FIL II correspond à une situation de reprise de PME qui impose au repreneur de gérer un risque potentiel de conflit interne. A cet égard, une action de communication interne spécifique pourrait amenuiser les états dysfonctionnels affectant la vie de l'organisation et influant sur la mobilisation des salariés¹¹.

3. L'organisation dont la GRH

L'organisation relevait d'une structure hiérarchico – fonctionnelle, apaisée par la création du Staff « Procédures & Audit » mais privée des avantages d'une structure qualité dont le travail en groupe et le management participatif.

Le dirigeant, au niveau de l'unité de production (organe clé), a tendance à tout déléguer aux responsables de service. Les fonctions de recrutement, de promotions et semblables font l'exception. Le mécanisme de Coordination au sein de FIL II a évolué de la supervision directe pour être confiée au service Procédures & Audit avec l'adoption de la démarche qualité. Cette tâche est assurée, via des procédures de communication et d'interface mises en place associées aux réunions périodiques organisées régulièrement. Ces réunions seront bloquées par la suite au niveau direction et délaissées par toute la hiérarchie laissant place à l'improvisation. **Nous disons que ce sont des symptômes d'un désengagement de haut niveau susceptible d'avoir un effet de blocage.**

Paradoxalement, malgré la délégation, **le pouvoir** est concentré uniquement (pour tous au sein de l'unité) entre les mains du dirigeant.¹²

Dans le cadre de la structuration, un grand effort a été fait au niveau du **Système d'information et de Communication** « SIC ». Un grand développement de l'informatisation a été initié par le dirigeant en personne en étroite collaboration avec les membres du service Procédures et audit et les membres du service informatique, crée à cet effet. Plusieurs problèmes de communication et d'interface ont été résolus entre service productions, commercial, approvisionnement...etc. Les avantages d'une gestion de l'information¹³ sont explicitement notés.

- Système de gestion des ressources humaines

Pour régler les affaires administratives, juridiques et de paie du personnel, un seul responsable directement lié au dirigeant s'en occupe. Ce dernier décide directement de tout ce qui relève de la gestion proprement dite du personnel, avec la collaboration de tous les responsables. La politique, à ce niveau, a tendance à se standardiser par période d'activité, haute saison (heures supplémentaires, suivi poussé, primes de rendement distribuées...) ou période creuse (moins d'acharnement et indifférence relative).

Avec un effectif de 200 employés environ, une distinction est faite entre : Responsables, Opérateurs de production, Agents de maintenance et Administratifs. Cette segmentation est signifiante notamment vis à vis de la fixation des horaires, modalités de récompense...etc.

Par ailleurs, la mise en place des procédures témoignant de l'application du code de travail était très élémentaire avec une quasi-inaccessibilité. L'information à cet égard se diffuse de manière non formalisée et aucun document n'y fait référence. Par contre, il y avait des délégués du personnel qui réclament et/ou participent lors des discussions des problèmes sociaux ou de production.

Comme **système d'intégration et / ou adhésion**, celui-ci a commencé à être formalisé par le service Procédures & Audit. Une nouvelle recrue au niveau de l'administratif, bénéficie de séances d'accueil lui permettant de connaître l'entreprise, son activité, sa position, sa structure et le personnel en général. Par la suite une fiche de fonction dans laquelle sont explicitées les tâches qui lui incombent d'exécuter et la nature des contributions attendues lui est délivrée.

Au niveau des ateliers, ce système n'était pas très structuré et se limitait à une assistance pour apprendre au nouvel opérateur la manipulation du matériel et le faire adhérer aux habitudes et comportements requis par le poste. Toute autre information relevant de son contrat personnel (horaire, modalités de rémunération, nature de congé...) n'est décidée que

¹¹ MARTORY et CROZET, *Gestion des ressources humaines, manuel de pilotage*, Nathan, 1988.

¹² Faute de procédures et références pour décider ou trancher, chacun peut se permettre d'aller le contacter pour tout problème et à tout moment. Les responsables ont alors tendance à tout faire approuver par lui avant d'agir. Un dilemme « centraliser - déléguer » et ambiguïté sont relevés à ce niveau.

¹³ LESCA H. 1995, *la gestion de l'information*, Itec.

par la suite, unilatéralement, par le dirigeant et communiquée par le chef personnel sans aucun document ou support de référence. **Nous disons que FIL II profite encore de l'armée de réserve (K. MARX, 1865) afférente à la catégorie ouvrière en matière d'emploi.**

- **VOLET II : LA CONDUITE DE LA DEMARCHE QUALITE ET MOBILISATION DES RH**

4. Système Qualité

Un nouveau mode de gestion était adopté dès le départ dont celui de la qualité. Mais l'engagement du Top management n'était pas formalisé (aucune charte signée ou équivalent) et aucune sensibilisation à leur niveau ni intervention concrète de leur part n'avait été prévue. La mise en place était confiée aux responsables au niveau de l'unité avec la supervision du dirigeant et du responsable du service Procédures & Audit qui maîtrisait la démarche.

De même, le projet qualité était lancé sans élaborer un planning d'action. Le système qualité choisi est celui de TQM avec possibilité de se faire certifier ISO 9000. Mais le dirigeant de l'unité faisait allusion et rappel lors des réunions à un système qui correspond à une mise à niveau qui s'inspire de la démarche qualité. **Nous disons que la décision d'adopter la démarche qualité n'était pas structurée et manquait d'étude approfondie. Le choix et l'engagement avaient été peu conscients.**

5. La conduite de la Démarche Qualité et le processus de mobilisation des employés

Tout d'abord, l'action requise dans une situation de reprise à savoir une communication interne adaptée au nouveau contexte de la part du repreneur, nouveau manager n'avait pas été menée de manière proactive quitte à devancer les tensions ou les risques de dysfonctionnements sociaux ou interpersonnels. Ceci avait entraîné une perturbation de l'action collective et généré des résistances au changement (MARTORY et CROZET, 2000).

Pour entamer la mise à niveau, le directeur de l'unité avait procédé à **un changement structurel**. La création du service Procédures & Audit en constitue l'essentiel. Ce service s'occupe des tâches de conception des procédures à tous les niveaux, production et autres, de la coordination, du contrôle du bon fonctionnement et de la veille, à la revue et l'amélioration continue. Attaché directement à la direction, il chapeaute un ensemble d'intervenants au niveau des macro processus identifiés [Achat, Production : (Filature, Teinture, Bobinage Final), Maintenance, Commercial et Informatique]. L'objectif était de se lancer profondément avant de faire appel à l'assistance d'un cabinet externe.

Franchie la première phase du **diagnostic de l'état des lieux**, pour la mise en œuvre, aucun timing formel n'avait été communiqué, même au niveau de la direction. La mise en place, la pratique avec des indicateurs qui en reflète l'évolution et l'instauration de l'amélioration continue avaient été prévues. Mais plusieurs difficultés empêchaient l'avancement rapide et correct (un manque d'engagement de la part du top management à tous les niveaux, absence de timing, Manque de clarté sur le budget et le plan d'actions, Manque de planning de formation ...).

En termes de mobilisation, plusieurs actions (leviers) avaient permis d'impliquer le personnel. L'équipe Procédures & Audit, de formation adéquate (formation académique supérieure) avait été supportée et présentée, dès le départ, par le dirigeant de l'unité et dotée d'une grande marge de liberté de proposition et d'intervention après l'approbation des actions. Ensuite, **une grande campagne de sensibilisation** en faveur des responsables avait été organisée pour expliquer, susciter l'intérêt et répondre à toutes les questions.

De même, **des plannings de réunions** étaient fixés à l'avance et étaient l'occasion de rappel de sensibilisation au sens du projet par le dirigeant en personne. Ces réunions assuraient une communication massive. Par la suite, les responsables s'occupaient, avec l'assistance de l'équipe Procédures & Audit, de sensibiliser à leur tour leurs équipes de travail et leurs collaborateurs (contremaîtres ou chefs d'équipes, agents...) et leur communiquer toute décision via des réunions au sein des services.

Des formations avaient été aussi organisées en interne suite aux besoins ressentis au fur et à mesure pour certaines cibles (cas de formation technique des contremaîtres de filature pour les mettre à niveau de leurs fonctions et responsabilités, cas des informaticiens en formation continue...) ou au niveau collectif (cas de l'alphabétisation fonctionnelle en collaboration avec l'AMITH¹⁴ et l'OFPPT).

¹⁴ Association Marocaine des Industries du Textile et Habillement.

Dans ce sens, **les meilleurs collaborateurs** étaient surtout les jeunes qui viennent d'intégrer la société. Ils ne sont pas très exigeants vis à vis de leurs droits et de leur statut au début. Ils cherchaient avant tout à acquérir l'expérience et ils étaient fiers de contribuer au projet. Cependant, ceci ne durait pas pour longtemps ; ils ne tardaient pas à entamer à leur tour le processus de réclamation de leurs droits... D'ailleurs, à ce niveau, le renouvellement « turnover » est remarquable, la plupart des employés des services administratifs et informatique avaient quitté l'entreprise, il y en avait certains qui étaient licenciés pour cause de réticence. Somme toute, **l'état de mobilisation** était traduit généralement par des comportements positifs dont des acteurs très actifs ; proposition multiples et suggestions au sens de l'amélioration ; prêts à partir tardivement au quotidien sans contrepartie ; inattention aux conditions de travail...

Quant aux **principales difficultés** provenant des différentes catégories du personnel pendant ce parcours de mise en œuvre de la démarche qualité, elles se résumaient en un manque d'attachement des responsables, dès le départ, au projet ; une collaboration au-dessous de l'acceptable de la part de quelques-uns ; l'indifférence, voire la réticence, de la majorité des opérateurs et des agents. Cet état de manque de collaboration se manifestait notamment dans la fiabilité de l'information collectée, le sérieux dans les travaux demandés et l'exécution des tâches au quotidien. La réaction au niveau de la direction était des fois la sanction, des fois l'imposition et la menace, **le management par la crainte était une règle dominante**.

Dans ce sens, les catégories qui avaient posé plus de problème à travers l'expérience de FIL II étaient quelques responsables, la majorité des agents et employés. Ils avaient comme points communs notamment, la démobilisation et la réticence.

Réclamations	Aspects de l'état de Démobilisation
. La régularisation de leur situation, . Les droits sociaux et de récompense ; . L'équité, . Manque d'intérêt dans le changement ; . Manque de confiance et promesses non tenues au niveau de la direction.	. Indifférence pendant les réunions ; . Tendance à dévier de l'ordre du jour des réunions ; . Refus de participation ; . Non respect des procédures ; . Communication difficile...

Par ailleurs, le rôle attribué au service personnel dans ce processus n'était valorisé malgré plusieurs tentatives pour convaincre le dirigeant de l'importance de sa contribution dans la mise à niveau entamée au sein de l'entreprise ; à son effet très mobilisateur sur les employés via la sensibilisation et l'explication concrète des gains à réaliser à titre individuel et collectif. Cette fonction n'était jamais interpellée dans le cadre du changement par la qualité lancé.

Enfin, après un long parcours, nous étions arrivés à **la phase d'évaluation**. Mais la fiabilité des données recueillies, sur lesquelles la direction va se baser pour prendre la décision comme le stipule les principes du TQM, faisait défaut et mettait en question l'utilité et la contribution de tout le système. D'autres données bien qu'elles aient été correctes n'étaient jamais exploitées dans le processus de décision, opérationnelle soit-elle ou stratégique ! Le retour pur et simple au système de gestion traditionnel l'emportait malgré les rapports et les efforts réalisés dans ce sens. **Nous disons que le nouveau système « de qualité » ne pouvait pas se mettre en place et fonctionnait de façon normale car la volonté associée à un engagement ferme faisait défaut au plus haut niveau.**

• VOLET III : EVALUATION ET SUIVI DU PROJET

A ce niveau une diversité d'indicateurs était mise en place pour refléter le fonctionnement de chaque processus. (Le temps de disponibilité et la fréquence des pannes par type du matériel de production qui permet de s'assurer de l'efficacité de la maintenance ; L'analyse des écarts de production par rapport aux objectifs fixés avec illustration des causes des arrêts de production, via le diagramme de Pareto pour mieux agir ; le Just In Time « JIT », indicateur global qui montre dans quelle mesure l'unité respecte ses engagements des délais de livraison envers ses clients ; Production mensuelle, taux de déchet et leur évolution...).

De même, les problèmes de communication, notamment d'interface entre services production, commercial et livraison, étaient largement vaincus et améliorés. L'introduction des NTIC (Informatique, Intranet, Work Flow...) a beaucoup contribué dans ce sens. La communication avec le siège était largement améliorée grâce à la mise en service d'un site Web développé en interne. Les responsables pouvaient consulter toutes les informations en se connectant à Internet.

Cependant, comme cela était démontré à travers toute l'expérience, les dirigeants et employés qui devaient exploiter toutes ces révolutions et en faire des avantages concurrentiels permettant à l'entreprise de devenir plus compétitive, n'avaient pas suivi. Le manque d'engagement d'une part, d'adhésion et d'intégration, de formation continue, de

reconnaissance et de satisfaction ; en résumé, d'une gestion mobilisatrice, d'autre part, avaient empêché les efforts importants investis à aboutir et privé ainsi l'unité de profiter de ces avantages potentiels.

6. Synthèse sur la validation du modèle de recherche au sein de FIL II

En synthèse du cas de FIL II, nous disons que la chaîne a avancé mais un de ses maillons (une gestion des ressources humaines adaptée) est resté coincé, l'obligeant ainsi à retourner en arrière.

Le projet n'avait pas été abordé dans sa globalité, le maillon RH faisait défaut parmi d'autres et en empêche l'aboutissement. Les dirigeants tenaient au management par la crainte qui ne pouvait pas garantir des résultats satisfaisants à terme et dont les principes sont contradictoires avec ceux du TQM et l'engagement de la direction n'était pas **permanent**¹⁵ et avait fini comme exemple de **démobilisation** aussitôt imité par la hiérarchie¹⁶... Les conclusions de J. D. DUCK (2000) « ...les premiers à changer de comportement devraient être les dirigeants » ; le rôle primordial du « dirigeant-séducteur » (PERRET et RAMANANTSOA, 1996) ou le « leadership transformationnel » (BASS, 1998 in BAREIL et SAVOIE, 1999) sont bien confirmés dans cette expérience.

Le modèle de mobilisation proposé est ainsi illustré dans une grande mesure. Notamment celle relative à la première phase de conduite du TQM à savoir Lancement et Mise en place. Le manque d'intégration et d'adhésion a impliqué la démobilisation et la réticence.

Les leviers de mobilisation qui avaient agi pendant la durée du lancement du projet sont notamment la sensibilisation, une communication massive, une formation non généralisée. Ceux qui faisaient défaut selon notre modèle sont : un système d'intégration efficace dont notamment le contrat personnel (Paul STREBEL, 2000), une communication crédible et un engagement permanent de la part des dirigeants (le leadership).

L'équipe de pilotage a galopé d'une phase à l'autre sans faire jouer les leviers de mobilisation requis (besoins à satisfaire) pour atteindre le **dépassement** (MASLOW, 1954), mais cette démarche n'a pas abouti. **L'hypothèse de l'identification des phases de conduite est ainsi également confirmée.**

Malgré les efforts du service Procédures & Audit, le volet de GRH était resté arriéré au sein de FIL II (absence de toute procédure approuvée par les dirigeants, de tout indicateur ou statistiques pour décider).

Enfin, le cas de FIL II confirme aussi l'effet décisif du dirigeant et ses convictions sur la gestion globale et le destin de tout projet lancé dans toute PME¹⁷. Son potentiel d'influence a amené à une concentration des efforts sur les tâches qu'il jugeait importantes et à un mode d'organisation déterminé par son style de commandement dont l'adhésion à une idéologie souvent réductrice du rôle du personnel (travail, salaire, dépendance) ; la confusion entre les obligations légales à l'égard du personnel et la gestion des ressources humaines proprement dite et l'absence d'une demande claire de conseils dans ce domaine, si ce n'est d'une manière partielle (juridique, comptable...).

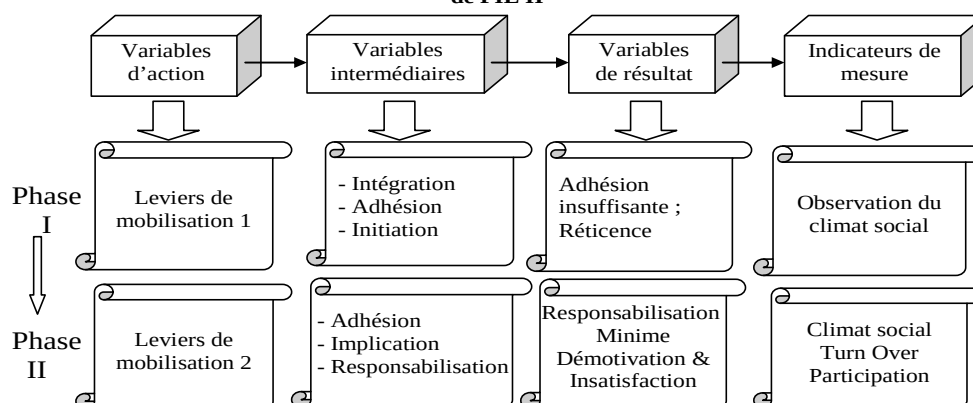
Comme synthèse des développements précédents, nous récapitulons, par le schéma ci-après, notre modèle de mobilisation dans le cadre du changement par la qualité vécu au sein de FIL II.

¹⁵ Ph. DETRIE, 2001, *op cit.*

¹⁶ B. CHAMINADE (2005), *op cit.*

¹⁷ Mahé DE BOISLANDELLE, 1998, *op cit.*

Figure 14 : modèle de mobilisation dans le cadre d'un changement par la qualité au sein de FIL II



De même le tableau ci-après récapitule l'ensemble des leviers qui ont agi tout au long du processus court du changement par qualité :

Tableau 2 leviers de mobilisation au cours du lancement de la démarche qualité FIL II

Phases TQM	Leviers de mobilisation au niveau individuel	Leviers de mobilisation au niveau collectif
LANCEMENT & MISE EN PLACE	. Contrat personnel : [peu de précision et de clarté des contrats personnels des employés dans leur dimension formelle (tâches, salaire, système d'évaluation...)] ; . Intégration et adhésion insuffisantes.	. Une communication massive mais peu crédible ; . Une formation ou initiation à la démarche qualité ; . Sensibilisation.

4 CONCLUSION

Cette étude se positionne dans une méthodologie de l'étude de cas et relève d'une analyse longitudinale a permis de démontré la grande contribution d'un tel choix méthodologique pour appréhender, prédire et comprendre certaines réalités à forte dimension humaine (la mobilisation des RH et la conduite d'un changement par la qualité). Nous avons ainsi à travers les deux cas traités, confirmé dans le contexte marocain, les propos de M. CROZIER « nous vivons encore dans une philosophie de la communication selon laquelle les dirigeants croient qu'ils ont agi parce qu'ils ont parlé » (Michel CROZIER, Service News n 15). Le rôle d'un « dirigeant - séducteur » (PERRET et RAMANANTSOA, 1996), ou ce que certains appellent de « leadership transformationnel » (Bass, 1998 in BAREIL et Savoie, 1999) est encore embryonnaire dans la PME marocaine bien que requis pour aborder le turbulent environnement dans lequel elle opère. Le dirigeant reste de loin l'organe-clé de toute organisation. Ses convictions personnelles influent sur son devenir et le destin de tout projet en dépend dans une grande mesure.

Les modes de changement par la qualité adoptés par les deux cas d'entreprises traités relèvent d'un changement par la crise (Martine REUZEAU, 1993). En effet, l'état d'urgence d'intervention de même que l'aide d'intervenants externes pour proposer des solutions acceptables, ont été notés dans les cas de FIL I.

Par ailleurs, certes, il est évident qu'aucune structure ne peut s'imposer dans l'absolu comme étant la meilleure, compte tenu de l'objet de l'entreprise (son activité et ses objectifs) et de différents paramètres. Certaines formes structurelles se révèlent mieux adaptées dans tel ou tel cas. Mais l'importance du changement structurel a été démontrée dans les deux cas étudiés. En effet, les dirigeants ont créé, chacun à sa façon, un contexte qui a provoqué le changement et a encouragé les salariés à essayer quelque chose de nouveau sans pour autant dérégler l'ensemble de l'organisation. Ils ont agi sur le contexte organisationnel [Jeanie Daniel DUCK (2000)].

Enfin, de ce tour d'horizon des systèmes d'objectifs (du dirigeant et du personnel) coexistant dans l'entreprise, et de leur organisation au travers de structures facilitatrices comme moyen de rapprochement entre eux, nous retenons que

l'observation de la relation dirigeant/personnel est essentielle à la compréhension de la dynamique des ressources humaines.

RÉFÉRENCES

- [1] BOUSSAGUET S. et MORENO R. « Communication interne et mobilisation du personnel : ébauche d'une réflexion dans un contexte de reprise », 5ème colloque du CRIC. 2001.
- [2] B. CHAMINADE, "RH & compétences dans une démarche qualité", AFNOR, Février 2005
- [3] CHRAIBI H. La mobilisation des ressources humaines dans l'administration publique marocaine. Une approche systémique-Etude de cas de la Trésorerie Générale du Royaume. Thèse, Faculté de Droit-Marrakech de Marrakech 2005.
- [4] Concept développé par l'AHQ dans « L'énoncé stratégique d'implantation d'une démarche de mobilisation du personnel du réseau de la santé et des services sociaux du Québec (avril 2003) juin 2004.
- [5] D. EL MAGUIRI, La mobilisation du personnel dans un contexte de conduite d'un changement par la qualité -Etude de cas d'entreprises marocaines- Thèse, Faculté de Droit-Marrakech, 2008.
- [6] GUERRERO, SIRE, 2001.
- [7] Harvard Business Review «Le changement » Edition d'organisation 2001.
- [8] ISO 9000 Normes internationales pour la gestion de la qualité, 1993.
- [9] J. BRILMAN, « Les meilleures pratiques de management », éd. D'organisation, 2003.
- [10] Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, Rapport D'étape. 29 Septembre 1994.
- [11] Lyne DESROCHERS, CRHA, Cognitia. Source : Effectif, volume 4, numéro 2, avril/mai 2001.
- [12] M. DE BOISLANDELLE, Gestion des RH dans les PME, Economica, 1998.
- [13] M. FUSTIER, La résolution de problèmes, ESF, Paris, 1989.
- [14] M. THEVENET, Impliquer les personnes dans l'entreprise. Liaisons, coll. Option-Gestion, 1992.
- [15] P. CAPELLI, « Performance professionnelle et attitude positive », l'Art du Management - les Echos, Vendredi 14 et Samedi 15 Mars 1997).
- [16] POIGNANT Stephan "Les pratiques de Fidélisation en Entreprises" jeudi 6 novembre 2003. Solutions RH Interview RH Enquêtes RH Dossiers thématiques CV / JOB RH Agenda RH Actualités.
- [17] Quivy et van Campenhoudt (1995) in Th. WILS et Ch. LABELLE, 2004.
- [18] SHIBA, Quatre révolutions du management par la qualité totale : manuel d'apprentissage et de mise en œuvre du système TQM; Dunod, 1997.
- [19] WILS et al, Résultats de l'enquête, 1996.
- [20] WILS Thierry, LABELLE Christiane, GUERIN Gilles, TREMBLAY Michel Gestion, 23, no 2, été 1998.

MEASURING THE EFFECTS OF PARALLEL IMPORTATION OF THE EFFICIENCY OF SELECTED MULTINATIONAL PHARMACEUTICAL COMPANIES' OPERATIONS IN THE PHILIPPINES

Edsel B. Calica¹ and Nelson Bool²

¹Instructor III,
Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering,
University of Santo Tomas, Espana, Manila, Philippines

²Professor, Graduate School, University of Santo Tomas, Espana, Manila, Philippines

Copyright © 2016 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 evaluated the operational efficiency of eight selected multinational pharmaceutical companies in the Philippines during the early implementation of parallel importation. Selected financial ratios were evaluated and the input-oriented CRS-DEA model was used in the determination of the efficiencies of the companies. Input variables used were total investment, operating expenses and cost of goods while total assets and sales as the output variables. The computed ratios of the companies served as the benchmark for the pharmaceutical industry; furthermore, ANOVA results indicated that parallel importation did not significantly affect their financial performances. This study revealed moreover, that the companies are not operating fully efficient during the study period; however, four companies operated above the mean industry efficiency of 90.60% having GlaxoSmithKline Philippines as the industry leader with an efficiency of 97.84%. Consecutively in the years 2002, 2004, 2005 and 2007 companies did not perform above the average efficiency. Multiple Regression Analysis was done to deduce a significant optimized mathematical model to predict the efficiency of a certain firm given the model. The multiple regression analysis showed that there were no at least one common variable on all the models populated for the eight companies showing that parallel importation had no effect to the efficiency scores of the said companies.

KEYWORDS: data envelopment analysis, efficiency, regression, parallel importation, pharmaceutical companies.

1 BACKGROUND

The Philippine pharmaceutical industry nowadays is facing a lot of turmoil despite of the positive forecast on the annual growth. The Philippines continues to represent as one of the less attractive pharmaceutical markets in the Asia Pacific Region. In reality, the drug prices in the Philippines have been already identified as the second highest in Asia, after Japan, according to the government. This current prices have the long been blamed reason for the low access of medicine to the poor.

With the current increase in the prices of almost all commodities, for years, the government and public have really clamored for lower-priced or affordable medicines. In accordance to this clamor, the Philippine government has implemented several laws already in lieu to this demand. It all started through the implementation of the Philippine Republic Act 6675 known as Generics Act of 1988 that ensured the production of an adequate supply, distribution, use and acceptance of drugs and medicines identified by their generic names. Likewise, this act also promoted the use of drugs with generic names and terminologies for essential drugs, even for the system of purchasing, distribution and promotional incentives. However, the use of the generic labeling, advertising, and prescriptions have done little to reduce the price of medicine as generally noted.

It is said that parallel importation is the act of importing legitimately finished goods into a certain country without the authorization from the patent holder and even of a copyright and trademark. Looking into the national exhaustion, the product owner may prevent the importation of the said finished products; however, in the international exhaustion concept, the parallel importation is indeed permissible.

Lately, the government further responded to the call of the people to further lower the prices of the medicines by passing the Universally Accessible Cheaper and Quality Medicines Act of 2008, which was signed into law by President Gloria Macapagal Arroyo dated last June 2008. This law has amended the Republic Act 8293 known as the Intellectual Property Code, Republic Act 6675 which is the Generics Act of 1988 and the Republic Act 5921 which is the Pharmacy Code. To date, the law has been implemented with the set provisions on the guiding rules and regulations. The main purpose of the said law is to lower the prices of medicines by the introduction of price competition through its provisions such as price control. Moreover, the accelerating global inflation and the country's continued low health expenditure have a very challenging situation for pharmaceutical companies (www.doh.gov.ph).

This research particularly measured the effects of the parallel importation to the efficiency scores of the eight selected multinational pharmaceutical companies in the Philippines based from the top ten companies from the IMS Health Data of 2008 in terms of their respective market share namely Pfizer, Inc., Glaxo SmithKline (GSK), AstraZeneca (Astra), Novartis, Boehringer Ingelheim (BI), Roche, Bayer Pharma (Bayer) and Schering-Plough. Furthermore this study aimed to determine the slacks in the input and output of each company and further determined which among the independent variables can predict significantly the efficiency scores. Lastly, this determine the effects of parallel importation to the financial performance and efficiency of the selected companies from 1999-2008.

This particular study mainly focused on the company's performance during the implementation of the parallel importations of pharmaceutical products in the Philippines by the selected multinational pharmaceutical companies. However, this study did not check and evaluate the impact of the parallel importation to the selected pharmaceutical companies. The set of the data used in this study were taken from the multinational pharmaceutical companies' audited Financial Statements which are available at the Security and Exchange Commission (SEC).

2 MATERIALS AND METHODS

This study used the Total Investment, Operating Expenses and Cost of Good Sold as its input variable and Total Assets and Total Sales as its output variables. These variables were simulated using the Data Envelopment Analysis (DEA) Program. The total investment in facilities, equipment and plant that covers the accumulated equity in the net earnings as well as the other investments incurred during each year was considered as one of the input variables. On the other hand, operating expenses covers the rentals on the use of the lands, the total expenses being incurred during distribution and marketing as well as some of the administrative and general expenditures with the inclusion of the benefits being given to their respective employees. The total cost of goods sold on the other hand pertains to the tolling services for an affiliate and other expenses on its affiliates and support service functions such as marketing costs that the company has incurred; furthermore, the cost of the bulk products and raw materials.

Two variables were considered as the output variables to further utilize the DEA namely total assets and total sales. Total assets covers the cash and cash equivalents, receivables, inventories, prepaid expenses and other current assets and the deferred tax assets; while net sales pertains to the value of the sales of the products being transferred to companies respective distribution partners like the Zuellig Pharma Corporation and Metro Drug Inc. An input-oriented CRS model approach was considered in the use of the DEA.

Effects of parallel importation were determined from the financial ratios and companies efficiency scores per year. Furthermore, the wastages in the inputs and outputs of the companies were further identified using the same analysis tool. Lastly, the independent variables utilized in the DEA simulation with selected financial ratio such as return on assets and day's inventory with a dummy variable that considered mergers or acquisitions were regressed to identify which among the considered variables can predict the company's efficiency further evaluating the effects of parallel importation to the efficiency scores. The enter method and the stepwise procedure of multiple regression was simulated using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

3 RESULTS AND DISCUSSION

In the determination of the efficiency scores the input and output variables were correlated and results showed that the chosen input and output variables for the DEA are associated with each other except for the association of the total investment to that of cost of goods sold which were only moderately associated.

Table 1 shows the efficiency scores of the eight considered companies. Cross-sectionally, the eight companies showed different level of efficiency scores. The computed geometric mean figured at 90.60% indicated the accumulative efficiency performance of these companies. This entailed that from 1999-2008 the pharmaceutical industry is not fully operating at its ideal technical efficiency.

Table 1. Efficiency Scores of the Multinational Pharmaceutical Companies

DMU	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	MEAN
Astra	91.47	91.23	91.55	92.23	88.16	87.46	89.64	100.0	96.83	88.25	91.61
Bayer	90.21	98.27	98.03	81.35	100.0	93.60	81.55	84.43	83.17	82.50	89.02
BI	94.26	88.25	90.02	86.46	87.74	94.54	92.22	100.0	100.0	100.0	93.21
GSK	93.21	98.43	100.0	97.84	100.0	95.81	97.13	96.21	100.0	100.0	97.84
Novartis	100.0	95.91	87.11	82.22	79.82	68.89	84.79	88.76	84.04	89.44	85.70
Pfizer	100.0	92.87	92.40	94.09	94.25	85.45	79.46	76.93	77.05	86.31	87.54
Roche	100.0	96.22	94.41	92.50	87.20	83.65	85.25	86.46	89.26	93.42	90.70
Schering-Plough	86.96	91.81	84.66	83.27	90.53	85.19	83.94	100.0	87.52	100.0	89.20
Mean	94.40	94.06	92.15	88.56	90.73	86.42	86.58	91.22	89.38	92.26	90.60

Based on the computed mean per company, GlaxoSmithKline has the highest efficiency score that rated at 97.84%. GSK was the industry's ideal company from the study period as it took the lead among the seven considered companies. GSK was followed by Boehringer Ingelheim, AstraZeneca and Roche with mean scores of 93.21%, 91.61% and 90.70% respectively.

There were four companies who were identified to have means lower than the industry's mean. These companies were Schering-Plough, followed by Bayer Pharma, Pfizer and Novartis. Schering-Plough got a closer mean efficiency with respect to the industry's mean of 89.20%. Closely following Schering-Plough is Bayer is 89.02% efficiency score then Pfizer and Novartis with scores of 87.54% and 85.70%, respectively.

The chosen multinational pharmaceutical companies were not operating at its desired efficiency which is 100% though some were noted to have such efficiency score in some years. The gaps on their respective efficiency scores only proved that there were factors that need improvement in the resources handling and management that would entail to either reduction on inputs and improvement on output generation.

Both Bayer and Pfizer were noted to have the most number of years that over invested in their properties, facilities and equipment. Lower frequency for the occurrence of the wastages for a certain year had been observed for Schering-Plough, GlaxoSmithKline, Boehringer and AstraZeneca. There were no suggested reduction in the operating costs across all the eight considered multinational pharmaceutical companies from 1999-2008. There were values that came out upon running the model; however, these values were already negligible. This only showed that all companies had been spending the right and considerable expenses incurred during operation. Boehringer and Roche had also years that exhibited wastages in their cost of goods sold.

Almost all of the considered companies need improvements in their total assets. Since all of the companies were noted to be not performing at their desired level of efficiency, these improvements in their total assets could have made their efficiency scores 100%. There were no improvements noted as far as the Total Sales is concerned across all the companies for the entire study period. This implied that all companies had attained the needed sales for each year considered in this study.

Multiple regression analysis was simulated in this particular study to check further the ability of the chosen independent variables to predict significantly the efficiencies of the eight selected companies. The results of the said method determined if parallel importation did affect the technical efficiencies of the companies.

Only four companies showed significant model with at least one significant independent variable as shown in the Model Efficiency Test Result in Table 2. Four companies namely AstraZeneca, Bayer, Novartis and Bayer did not have considerable coefficient of variation; thus did not generate any model and hence no variable can significantly predict their respective efficiency scores.

Table 2. Model Efficiency Test Results

Companies	Variables	Coefficient of Variation (R^2)	Test for Model Adequacy (Sig)	Efficiency of Coefficients (Sig)
AstraZeneca	*	*	*	*
Bayer	*	*	*	*
Boehringer	Constant	0.786	0.001	0.000
	Return on Assets (X_7)			0.001
GlaxoSmithKline	Constant	0.539	0.016	0.000
	Day's Inventory (X_5)			0.016
Novartis	*	*	*	*
Pfizer	Constant	0.597	0.009	0.000
	Operating Expenses (X_2)			0.009
Roche	*	*	*	*
Schering-Plough	Constant	0.858	0.000	0.000
	Inventory (X_6)			0.000

The stepwise procedure will initially enter two independent variables and identify from the two variables the insignificant which will be automatically removed. From then on, another variable will be entered and the process continues until no variable qualified for the set criteria. This is the reason why four companies did not arrive to a particular model.

The casewise diagnostic test was performed in the chosen variables to test the existence of outliers; however, no outliers were found.

One of the assumption checks would be the Durbin-Watson test for independence of variance. This entails that the considered independent variable does not affect the other variables. The heuristics for this assumption check is near 2 value; thus, as shown in the table, the 4 models did not violate the said rule of thumb.

Another assumption check that was performed would be the check for the normality of error terms. As a rule, the results for Kolmogorov-Smirnov and Wilk-Shapiro test must be more than the 5% level of significance. Based on the results below, the values for the said tests showed greater than the significance level; thus, the error terms were normally distributed and therefore, this assumption check did not violate the normal distribution assumption.

Lastly, multicollinearity test was performed through variance inflation factor. As per the rule of thumb, the value of the VIF must be less than the value of 5 to depict that the variables considered were truly independent. The results of the VIF for the 4 respective models showed less than the value of 5; hence, there was no multicollinearity among the variables. The results are tabulated in Table 3.

Table 3. Regression Model Assumption Test Result

Companies	Model	Assumption Checking			
		Independence of Variance	Normality of Error Terms		Multicollinearity
		Durbin-Watson	Kolmogorov-Smirnov	Wilk-Shapiro	VIF
AstraZeneca	*	*	*	*	*
Bayer	*	*	*	*	*
Boehringer	$y = 0.826 + 0.622 X_7$	2.084	0.200	0.977	1.000
GlaxoSmithKline	$y = 1.029 + 0.00045 X_5$	1.328	0.200	0.977	1.000
Novartis	*	*	*	*	*
Pfizer	$y = 1.027 - 9.16 \times 10^{-11} X_2$	0.871	0.200	0.277	1.000
Roche	*	*	*	*	*
Schering-Plough	$y = 0.757 + 9.183 \times 10^{-10} X_6$	2.975	0.200	0.322	1.000

Given that all of the assumptions were satisfied and validated as shown in the results, the deduced models for Boehringer, GlaxoSmithKline, Pfizer and Schering-Plough were significant. Furthermore, the independent variables in their respective models can significantly predict the results of their respective efficiency scores.

The analysis of variance test which was performed after the determination of the financial performance of the eight selected multinational pharmaceutical companies showed that there were no significant differences between the computed financial ratios. Given the parameters and the results of the multiple regression analyses, there were no common variable that was generated in their respective models. With this therefore, parallel importation did not considerably affect the efficiencies of the companies.

4 CONCLUSION

This research further revealed that the eight selected companies did not fully operate at its desired level of efficiency during the implementation of parallel importation. The computed industry mean average efficiency was 90.70%. The market leader with regards to the technical efficiency was determined to be GlaxoSmithKline with a geometric mean of 97.84%; followed by Boehringer, AstraZeneca and Roche with efficiency means of 93.21%, 91.61% and 90.70%, respectively. These companies were the noted pharmaceutical firms which performed above the computed industry mean average. Serially, there were six years, (1999, 2000, 2001, 2003, 2006 and 2008), which were noted to have a mean average above 90.70%.

Slacks were also determined with respect to the input variables and output variables. It has been noted that Bayer and Pfizer were the two companies that invested a lot on their properties, equipment and plant facilities but were not fully utilized; hence, values on the reduction on their total investment were noted. Similarly, values on reduction on cost of goods sold was also noted for Bayer for years 2000 and 2001. Furthermore, there were also improvements on the total assets for companies AstraZeneca, Boehringer, Novartis, Pfizer, Roche and Schering-Plough. No sensitivity analyses were generated for the reduction on the operating expenses as well as for the improvement on the total sales for the selected pharmaceutical companies.

Multiple regression analyses were done through enter method and stepwise process in order to evaluate if the considered independent variables can significantly predict the outcome of the respective efficiency scores of the companies. Likewise, this will also determine if parallel importation did affect considerably the firm's efficiencies.

Enter method showed that there were no significant models that can be deduced after checking the model's respective R² values and their significance of their coefficients. Another process, the stepwise, was used to verify the results of the simulated multiple regression. Based on the results, there were four significant deduced model particularly for companies Boehringer, GlaxoSmithKline, Pfizer and Schering-Plough. Independent variables considered were Return on Assets for Boehringer with R² value of 78.6%, Day's Inventory for GlaxoSmithKline with R² value of 53.90%, Operating Expenses for Pfizer with R² value of 59.70% and Inventory for Schering-Plough with R² value of 85.80%. Their respective R² values were the percentages that can predict the results of their efficiency scores. Assumption checks were also performed to verify if the derived models do not violate any of the parameters like test for outliers, independence of variance, normality of errors and multicollinearity.

The results of the ANOVA and the multiple regression analysis only showed that parallel importation did not significantly affect the financial performance as the technical efficiency scores of the eight selected multinational pharmaceutical companies from 1999-2008. This is supported with the considerable and reasonable results of the computed financial ratios of the companies. This is supported by the analysis of variance for the computed financial ratios did not show any significant differences while multiple regression analysis did not generate at least one common independent variable that can significantly predict the results of the efficiencies of the selected companies. Since this study was conducted very timely as the government is now in the process of evaluating the effects of the passing of the Cheaper Medicine Act, given the right number of years after its implementation, the proponent suggests to conduct similar evaluation as to the effects of the Cheaper Medicine Act to the financial performance and technical efficiency scores of selected companies in the country.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to Mr. Joseph Marco B. Bonaga who helped us gather the data, Francis Karl B. Calica, Gigi B. Calica, Ph.D. and Maria Natalia R. Dimaano, D.Eng for sharing their knowledge in the study.

REFERENCES

- [1] www.doh.gov.ph (2009)
- [2] M. Stallwood, Financial Performance and Goal Setting. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, Vol. 5 (1996), pp.29-36.
- [3] D. Hawdon, Efficiency Performance and Regulation of the International Gas Industry – a Bootstrap DEA Approach. *Energy Policy*, Vol. 31 (2003), pp. 1167-1178.

Déversement urbain et Concentration Spatiale et Littorale des Activités dans le Grand Sousse au Sahel Tunisien : Facteurs de conflits dans l'Allocation Sectorielle de l'Eau

[Urban spill and Spatial Concentration and Coastal Activities in Greater Sousse in Tunisian Sahel: conflicts Factors in the Sector of Water]

Nadia Sahtout, Jean Paul Amat, and Rima Tarabay

Laboratoire Espaces, Nature et Culture, Université Paris IV-Sorbonne, Paris, France

Copyright © 2016 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 availability of useful water fell sharply in the Grand Sousse (Tunisia Sahel), due to the rapidly changing patterns of production and consumption, one of the main events was the explosion of the water resources consumption. This increase in strictly biological demand goes hand in hand with the demand for irrigated agriculture and urban uses (domestic, industrial and tourism). The present work aims to identify the different types of users competing for the same resource, and their location in the same space delicate coastline and more fragile. So this is both a diachronic study based on a prior bibliographic research, particularly on progress reports providing information on trends in the main sectors addressed (population, tourism, industry, agriculture). Furthermore, the study has focused on the evolution of water demand for these same sectors, through the acquisition of a water consumption of the database by type of users and mapping of such data. This is in particular the development of thematic maps, through a geographic information system, which has contributed significantly to illustrate these spatial dynamics and conflicts of uses, while highlighting the challenges in the management and Sectoral allocation of water resources.

KEYWORDS: Grand Sousse, Sector Spread Water, Urban Spill, Coastal Concentration, Conflicts of Uses.

RESUME: Les disponibilités en eau utile ont beaucoup diminué dans le Grand Sousse (sahel tunisien), du fait de l'évolution rapide des modes de production et de consommation dont l'une des principales manifestations a été l'explosion de la consommation des ressources en eau. Cet accroissement de la demande strictement biologique va de pair avec celui de la demande de l'agriculture irriguée et des usages urbains (domestiques, industries et tourisme). Le présent travail a pour objectif d'identifier les différents types d'utilisateurs qui se disputent une même ressource, et leur implantation dans un même espace littoral fragile et davantage fragilisé. Il s'agit donc là à la fois d'une étude diachronique qui s'appuie au préalable sur une recherche bibliographique, et tout particulièrement sur des rapports d'activités renseignant sur l'évolution des principaux secteurs abordés (population, tourisme, industrie, agriculture). Par ailleurs, l'étude s'est portée sur l'évolution de la demande en eau pour ces mêmes secteurs, à travers l'acquisition d'une base de données de la consommation en eau par types d'utilisateurs, et la représentation cartographique de ces données. C'est notamment l'élaboration de cartes thématiques, à travers un système d'information géographique, qui a largement contribué à illustrer ces dynamiques spatiales et ces conflits d'usages, tout en mettant en exergue les défis à relever dans la gestion et l'allocation sectorielle des ressources en eau.

MOTS-CLEFS: Grand Sousse, Allocation sectorielle de l'eau, Déversement urbain, Concentration littorale, Conflits d'usages.

1 INTRODUCTION

La conurbation du Grand Sousse au Sahel tunisien, consolidée en un tissu urbain autour de la ville, est devenue, sous la pression démographique, un important foyer de consommation d'eau. Cette croissance démographique est un fait urbain, résultat d'une politique volontariste qui a cherché à desserrer l'habitat en structurant un tissu urbain de plus en plus dense autour de Sousse [1]. En effet, d'une façon générale, la population s'est déversée dans les villes, particulièrement attirée par l'espace littoral. Ce processus n'a pas été sans conséquences sur l'équilibre régional, renforçant l'opposition littoral-intérieur, accentuant les différentiels de concentrations humaines et économiques. Cette attractivité humaine a crû parallèlement à la dynamique industrielle et touristique qu'a connue la région depuis les années 1970. Sousse jouit d'une position géographique stratégique qui lui permet d'attirer 16% du total national de nuitées touristiques. Elle est par ailleurs l'une des régions qui a le plus profité de l'industrialisation du pays, occupant la deuxième position en termes de nombre d'établissements industriels. On assiste alors depuis cette période à une explosion du nombre des établissements industriels et des unités hôtelières, qui se concentrent sur un espace littoral très malmené par les différents rejets.

En conséquence, la région de Sousse est devenue l'une des plus grosses consommatrices d'eau potable de la Tunisie. En 2007, sur une consommation nationale totale de 348,1 Mm³ d'eau à partir du réseau de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE), le gouvernorat de Sousse en a accaparé à lui seul presque 8%, avec une forte concentration de cette consommation dans les espaces côtiers du Grand Sousse. Ce dernier point est d'ailleurs le dénominateur commun avec la concentration des unités industrielles et hôtelières, ce qui n'a pas manqué de fragiliser les ressources hydriques de la région. La politique d'allocation sectorielle de l'eau devient alors un véritable défi à relever au quotidien. En effet, comment, dans un tel contexte de tension hydrique et de fragilisation du patrimoine [2], continuer à satisfaire toutes les demandes, de sorte que les besoins en eau ne constituent pas un facteur limitant du développement économique et social et le développement de l'ensemble du territoire régional ?

Le présent travail consiste en une analyse de l'évolution des besoins en eau dans la région de Sousse à travers une base de données exhaustive, et l'étude de la dynamique démographique et économique, qui sont là les deux principaux facteurs de l'explosion de la demande hydrique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La région d'étude est le Grand Sousse, qui représente un espace urbain continu à l'intérieur du gouvernorat de Sousse (Figure 1). Le gouvernorat de Sousse est l'une des trois régions que compose le Sahel Tunisien avec le gouvernorat de Monastir et le gouvernorat de Mahdia.

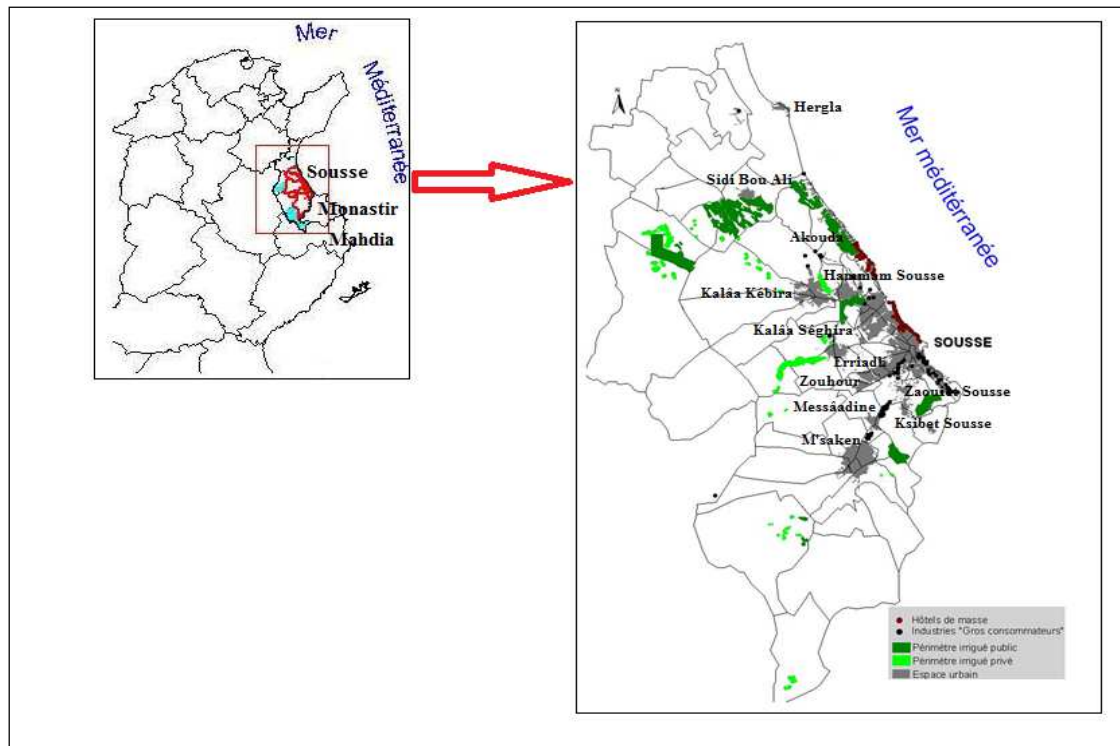


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

Le choix de cette région résulte d'un compromis entre, d'une part, notre souci de délimiter géographiquement le champ de nos investigations, la volonté de disposer dans cet espace de travail d'une diversité de situations relatives aux usages de l'eau, et, d'autre part, le désir d'utiliser certaines informations produites dans le cadre du découpage administratif. C'est donc par cette approche territoriale au plus près des acteurs et des usagers que nous avons abordé l'étude de l'eau. Nous avons pris l'exemple du Grand Sousse, qui présente parfaitement l'ensemble des problématiques de nombreuses villes du sud de la Méditerranée soumises à l'aridité du climat alors même qu'elles jouissent d'une forte attractivité socio-économique, ce qui engendre d'importants conflits d'usage pour le partage de l'eau potable [3].

Sousse est la "métropole régionale" de la Tunisie centrale, dont la croissance démographique élevée et une urbanisation tout aussi dynamique ont constitué, autour de la ville centre, une aire urbaine continue, le Grand Sousse. Le Grand Sousse est aussi un pôle de concentration, autant d'une activité agricole dont l'irrigation représente une part importante de la production, que d'une activité industrielle et touristique devant lui permettre de s'intégrer pleinement dans la dynamique économique nationale et internationale.

2.2 MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE

L'inventaire bibliographique fut l'une des premières étapes de nos travaux, destiné à situer notre recherche par rapport aux recherches antérieures ou synchrones. Enormément de données, de nature et de source très diverses, ont été collectées. Les sources d'informations institutionnelles proviennent le plus souvent d'acteurs de la gestion de l'eau qui participent, chacun en rapport avec son domaine d'intervention, à la prise de décision, aux côtés des décideurs politiques. Nous avons eu accès à des rapports annuels d'activité, parfois mensuels, des rapports statistiques, émanant notamment de la SONEDE de Sousse. Nous avons également pu accéder auprès de l'Office National du Tourisme Tunisien (ONTT) de Sousse à la publication "Le tourisme en chiffres" de 1972 jusqu'à celle de 2008. Des données chiffrées sur la capacité hôtelière en lits, ainsi que le nombre de nuitées, les investissements touristiques et les recettes financières de cette activité, ont été autant d'éléments indispensables à la création de nos scénarios d'évolution de la demande en eau de ce secteur. De nombreuses visites ont été également faites au ministère de l'Environnement et du Développement Durable, et au Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire, ce dernier publiant les Schémas Directeurs d'Aménagement National, mais aussi pour la région du Centre-est, et même du Grand Sousse depuis 2008. Cette documentation riche en instructions a permis, par une série chronologique de rapports finaux élaborés depuis 1972, de suivre la planification des ressources en eau. Le

document qui a le plus été sollicité reste néanmoins les recensements généraux de la population et de l'habitat. Ce recensement est effectué tous les 10 ans par l'Institut National de la Statistique (INS).

Pour mener nos travaux dans le sens de nos objectifs, l'acquisition d'une base de données sur la consommation d'eau dans le Grand Sousse, était indispensable, car les rapports statistiques de la SONEDE ne publient ces données qu'à l'échelle du gouvernorat. L'information à cette échelle trop grande ne présente pas une grande utilité. Ainsi, nous nous sommes attelés à la collecte de ces données auprès du service informatique de la SONEDE, afin d'obtenir une base de données exhaustive sur la consommation non seulement pour le Grand Sousse, mais pour tout le gouvernorat, à l'échelle de l'abonné et de l'unité administrative la plus petite. En effet, englobant la consommation en eau par abonné et par usage, pour l'année 2006 et 2007. Ces données sont disponibles pour tout le gouvernorat de Sousse, à l'échelle du secteur administratif. Ces données se présentent sous forme de tableau Excel, et recensent les volumes consommés, le montant de la facture à payer, le type d'usager concerné (domestique, industriel, touristique, collectif).

Il en a été de même concernant la base de données sur les unités industrielles, leur évolution en nombre, leur raison sociale, leur secteur d'activité, ainsi que le lieu de leur implantation. Nous avons pu obtenir ces informations à travers l'Agence de Promotion de l'Industrie de Sousse (API).

Nous avons importé ces informations sous ArcView, afin de les spatialiser en tant que thèmes dans un projet SIG. Son utilisation a permis la création de cartes interactives à partir de nos bases de données. Ce logiciel offre une certaine flexibilité entre le passage, mais aussi la superposition des informations obtenues à partir de la carte agricole (2002), sur des fonds de cartes topographiques à différentes échelles 1/200 000, 1/50 000 et 1/25 000. Les cartes utilisées ont été préalablement scannées et géo-référencées à partir du logiciel ERDAS Imagine 8.5 afin de bénéficier d'un maximum d'informations à différentes dates, apparaissant sur les cartes topographiques à différentes échelles et que l'on souhaite faire apparaître sur la carte agricole. Ainsi, à titre d'exemple, nous avons pu réactualiser l'espace urbain et industriel du Grand Sousse, et leur extension entre 1988, tel qu'il apparaissait sur la carte topographique 1/25 000, et 2006, sur l'image satellite de Google Earth.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 DYNAMIQUE DÉMOGRAPHIQUE ET DÉVERSEMENT URBAIN

3.1.1 CROISSANCE DE LA POPULATION COMMUNALE

En dépit de l'efficacité de la transition démographique engagée depuis les années 1960, le gouvernorat de Sousse est resté l'une des régions les plus dynamiques du Sahel [4]. La croissance de la population du gouvernorat de Sousse est passée de 322 491 habitants en 1984 à 545 800 habitants en 2004, soit un Taux d'Accroissement Annuel moyen (TAA) de 2,67%, la moyenne nationale ne dépassant guère les 1,8% (Figure 2).

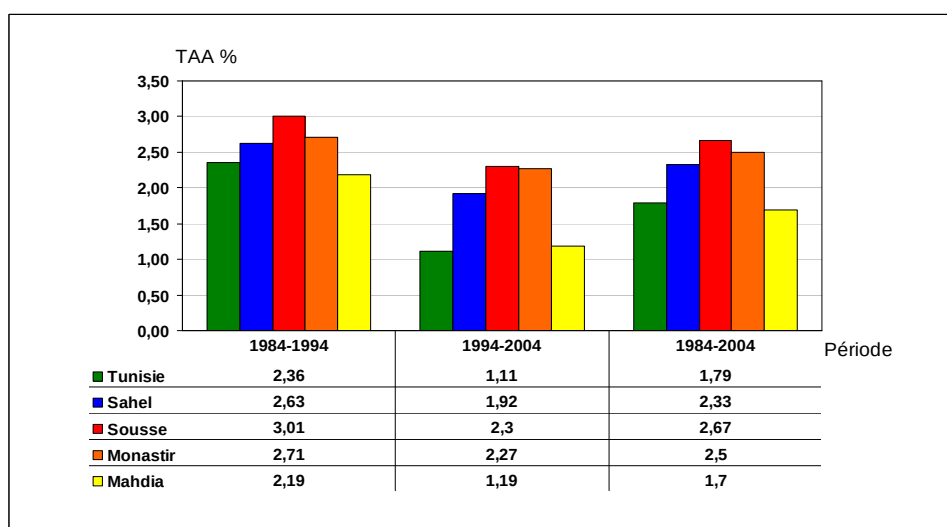


Fig. 2. Accroissement démographique du Sahel entre 1984 et 2004

Le gouvernorat de Sousse qui abritait 4,63% de la population tunisienne en 1984, a vu son poids démographique s'accroître de manière continue pour atteindre les 5,9% de la population nationale au recensement de 2004. En outre, on constate tout au long de ces dernières décennies une absorption du surcroît démographique par les villes. En 2004, la population du gouvernorat de Sousse était urbaine à 80% avec une urbanité du Grand Sousse encore plus marquée, de l'ordre de 93%. La ville de Sousse, niveau supérieur de l'armature urbaine régionale, est secondée par un réseau dense de petites et moyennes villes. Ce tissu urbain est particulièrement serré entre Sousse et la première couronne de villes satellites, dans un rayon seulement de 20 à 25 km, comme c'est le cas de Msaken (13 km), Sidi Bou Ali (22 km) ou Hergla (25 km). Il y a certes un poids démographique écrasant de la commune de Sousse dont la population, en passant de 124 990 habitants en 1994 à 173 047 habitants en 2004, s'est accrue de 3,31%, ce qui correspond à un taux largement supérieur à la moyenne de la population communale du gouvernorat qui est seulement de 2,5%. Toutefois, ce sont presque toutes les villes du Grand Sousse qui ont profité de la dynamique démographique et de la saturation de Sousse ville (Figure 3).

Cette croissance exceptionnelle a même été plus forte dans les centres environnants de moindre dimension puisque c'est finalement davantage dans les nouvelles périphéries de l'agglomération de Sousse que l'on relève les taux de croissance les plus élevés (Figure 4). Ces villes périphériques s'accroissent d'autant plus vite qu'elles sont petites [5].

3.1.2 EXTENSION RAPIDE DE L'URBANISATION ET CONCENTRATION SPATIALE

L'extension urbaine est un fait marquant de l'urbanisation de la région depuis une vingtaine d'année (Figure 5). L'espace urbain est fortement marqué par l'importante concentration d'habitat et de population sur une longue bande littorale dominée par l'imposante métropole régionale de Sousse, et une extension vers l'intérieur qui se calque sur le réseau routier.

L'extension des villes périphériques s'est opérée de telle sorte que des villes telles que Hammam Sousse, Akouda et Zaouia, qui sont d'anciens bourgs agricoles que l'on considérait auparavant comme des entités spatiales bien distinctes de Sousse ville, sont aujourd'hui de plus en plus perçues comme des banlieues et ce, d'autant plus que les distances se réduisent sous l'effet de la création de certains nouveaux lotissements telles les deux Cités d'Ezzouhour et de Riadh.

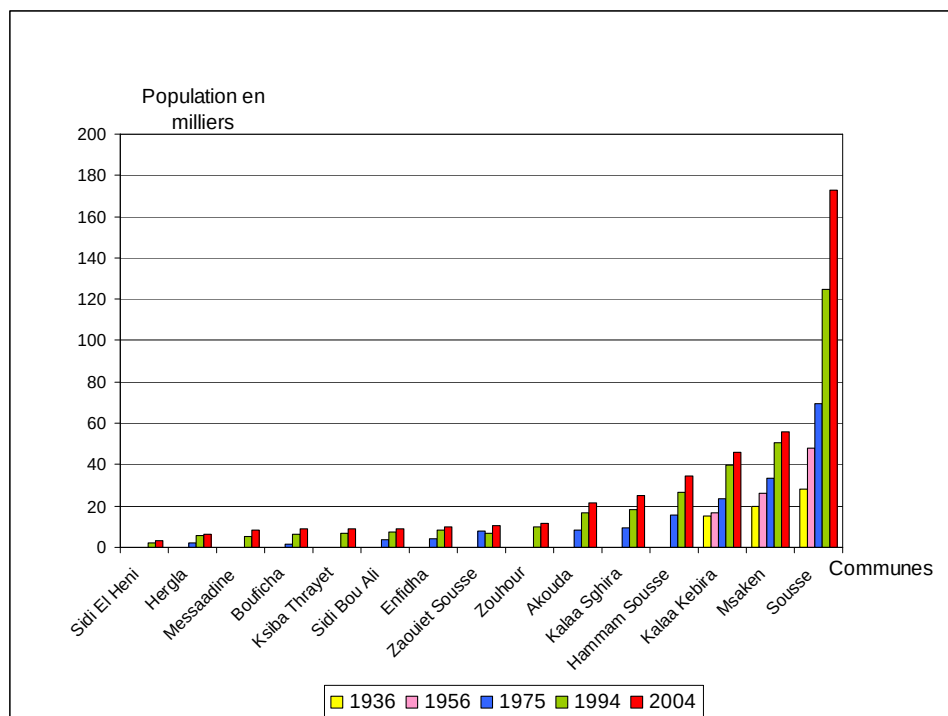


Fig. 3. Dynamique de la population communale du gouvernorat de Sousse entre 1936 – 2004

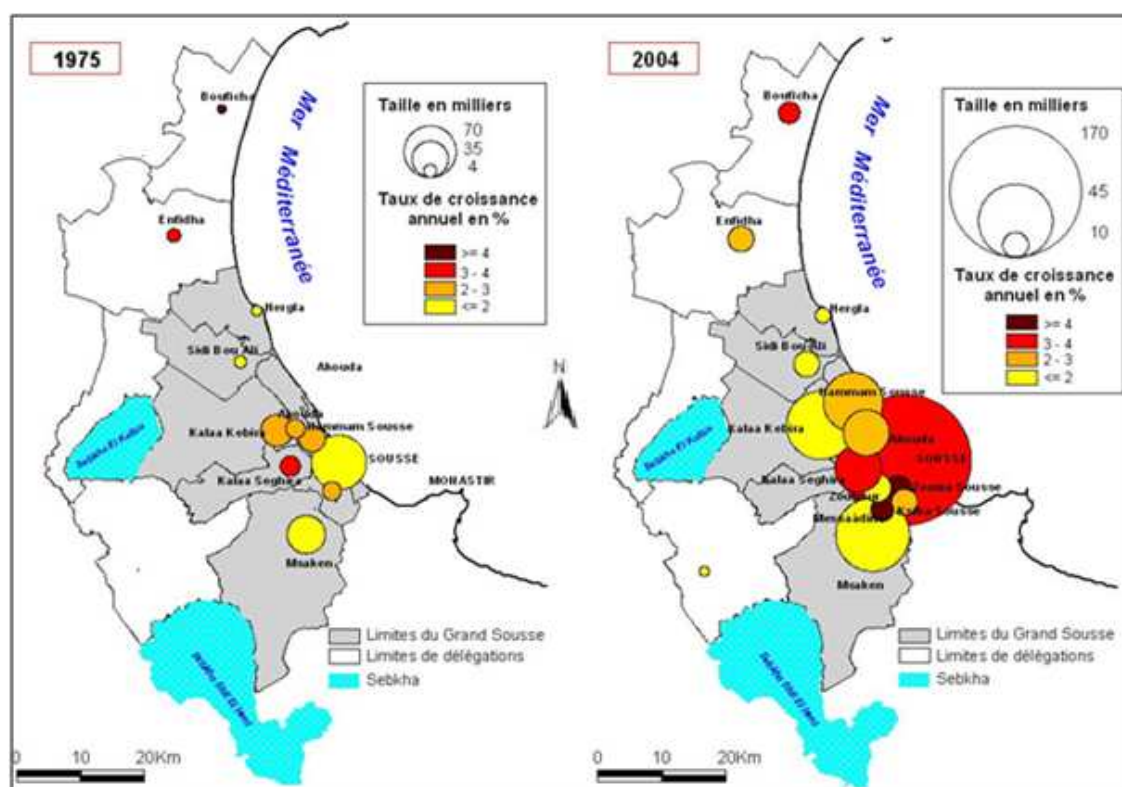


Fig. 4. Evolution de la population communale (1975 - 2004)

3.1.3 PERIURBANISATION ET TRANSFORMATION DES PAYSAGES TRADITIONNELLEMENT OLEICOLES

L'utilisation de l'espace se fait tout d'abord au détriment des terres agricoles à un rythme accéléré, puisque l'urbanisation galopante grignote chaque année davantage de terres agricoles. Cela entraîne une transformation progressive des paysages typiquement sahéliens, qui étaient marqués par l'emprise dominante de l'oléiculture. Les meskats ont participé d'une manière efficace au maintien de l'oléiculture dans le gouvernorat, ainsi qu'à la réduction des risques d'érosion hydrique des sols, grâce à la maîtrise des eaux de ruissellement [6]. Toutefois, la pression urbaine est un facteur important de dégradation de ces aménagements hydrauliques. La disparition lente des oliveraies y est liée à une avancée progressive et soutenue de l'urbanisation. L'urbanisation des impluviums déstabilise de fait le fonctionnement du meskat, voire de toute l'exploitation agricole. Aujourd'hui, les meskats restent la composante la plus importante de l'organisation du territoire soussien et de la production oléicole [7]. Mais leur répartition territoriale, historiquement très proche des vieux centres urbains, fragilise leur résistance face à une urbanisation de plus en plus étalée et excessivement consommatrice d'espace. Par ailleurs, l'oléiculture avait été associée au cours des dernières décennies à la culture irriguée qui s'est surtout intensifiée depuis l'achèvement du barrage de Nebhana en 1969. Or, il est à signaler que même les périmètres irrigués ne résistent pas à l'extension urbaine. On parle d'un phénomène de périurbanisation avec la construction de villas et de maisons traditionnelles sur des parcelles initialement réservées à l'agriculture.

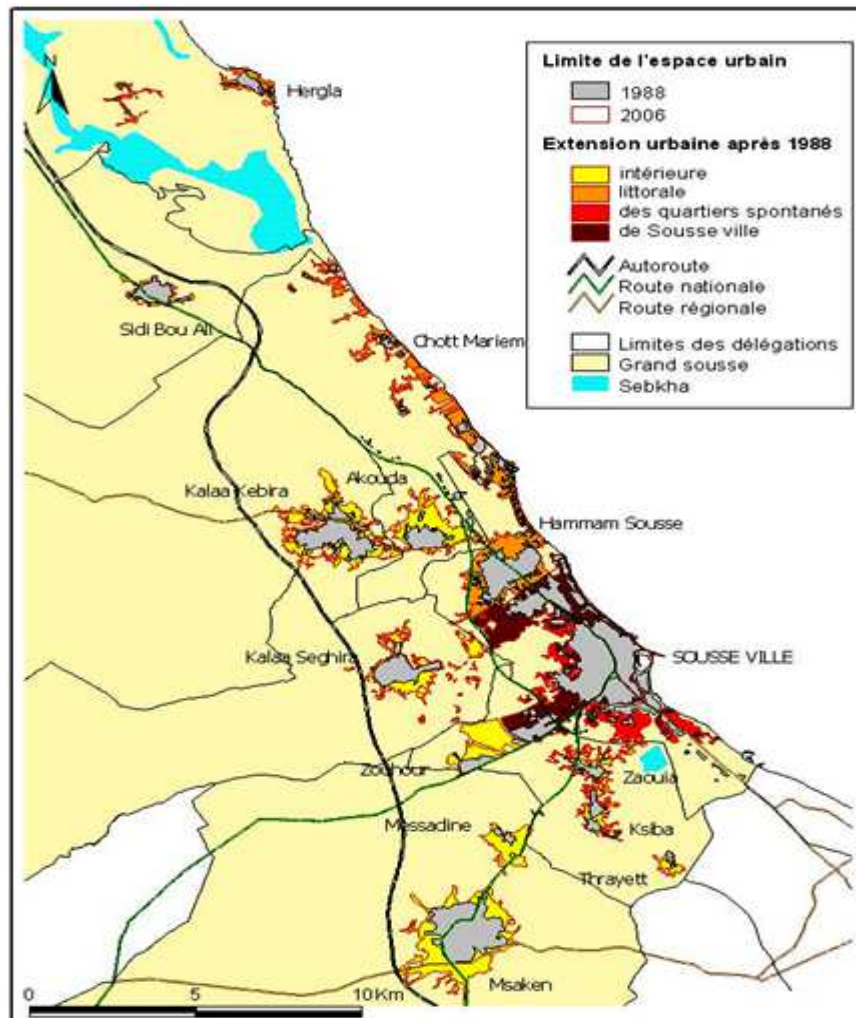


Fig. 5. Extension de l'espace urbain du Grand Sousse entre 1988 et 2006

3.2 DÉSENGORGEMENT ET EXTENSION DES ESPACES INDUSTRIELS

L'importance de la concentration du potentiel humain et le déclin de la vieille activité oléicole furent les principales raisons de la détermination politique pour industrialiser la région. La mise en place d'une politique d'industrialisation active dans les années 1960, puis la relève prise de l'initiative privée grâce à l'ouverture de l'économie tunisienne aux investissements étrangers et aux activités exportatrices dans les années 1970-1980, ont radicalement transformé la structure de l'économie tunisienne [8]. Le tissu industriel dans le gouvernorat de Sousse est très diversifié et opère principalement dans l'industrie textile, alimentaire, mécanique et matériaux de construction. Il fallut attendre tout de même le début des années 1980 pour que s'opère la diffusion de ces espaces industriels hors de la ville. La saturation de l'ancien espace d'implantation industrielle, mais aussi la hausse des prix du terrain ont incité vigoureusement les investisseurs industriels à rechercher de nouvelles opportunités foncières. La redistribution géographique des établissements industriels a su désengorger le centre, avec l'émergence et la croissance en nombre d'emplois de l'activité industrielle dans les délégations d'Akouda, de Kalaâ Kébira, de Sidi Abdelhamid et de Msaken, qui ont su attirer les capitaux industriels, par l'octroi aux investisseurs privés des avantages comparatifs en matières de coût foncier et leur faire disposer d'une main d'œuvre abondante et bon marché. Le desserrement de la zone industrielle centrale en faveur des zones périphériques ; cette extension a notamment bénéficié d'un réseau routier qui converge vers la ville centre [9] : la nouvelle redistribution d'activités industrielles dans le Grand Sousse a été favorisée incontestablement par l'aménagement et l'intersection d'un réseau routier diversifié composé d'une autoroute (A1), de deux routes nationales (RN1 et RN12) et de deux routes régionales (RR82 et RR48), qui convergent vers Sousse ville, ce qui permet ainsi de desserrer la ville centrale, tout en restant proche, pour les investisseurs, de Sousse, capitale régionale et lieux de décision (Figure 6).

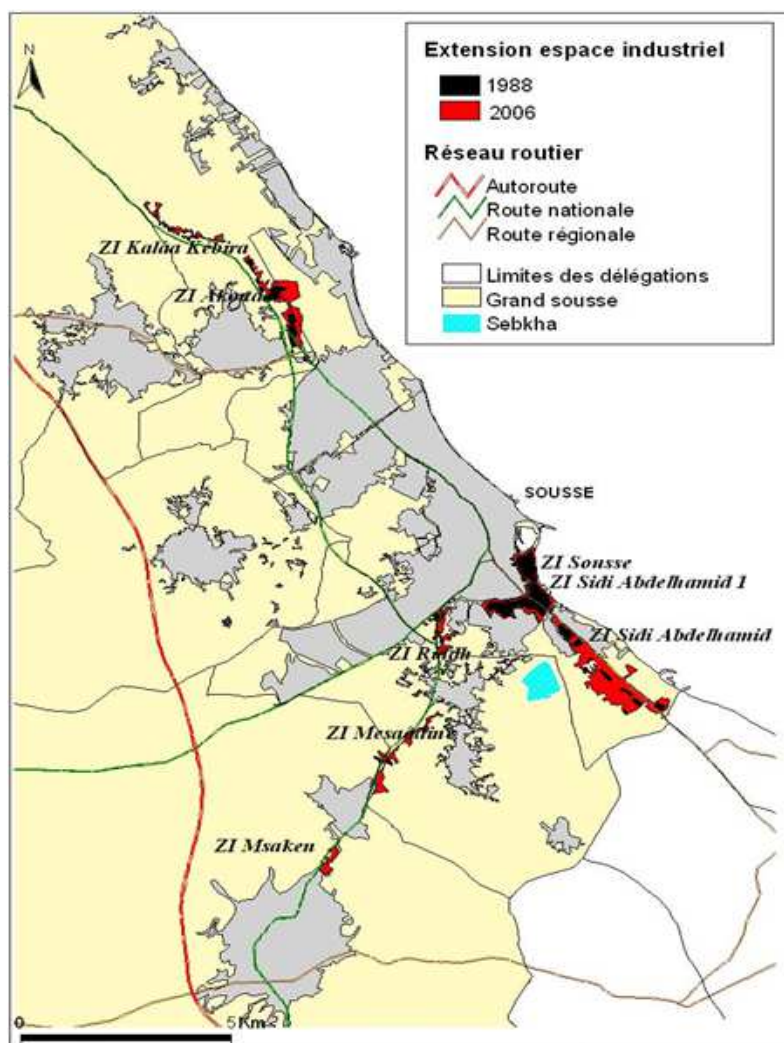


Fig. 6. Extension des espaces industriels entre 1988 et 2006

3.3 EXPANSION D'UN TOURISME BALNÉAIRE ET LITTORALISATION

La dynamique sahélienne ne se manifeste pas uniquement à travers une dynamique urbaine, démographique et industrielle, mais aussi à travers l'activité touristique qui émerge dans les années 1960 et qui explose à partir du milieu de la décennie 1970, s'inscrivant ainsi dans le phénomène de développement international du tourisme de masse [10]. L'expansion du tourisme dans le Sahel, plus particulièrement dans le Sahel de Sousse, a incontestablement bénéficié des conditions climatiques très favorables avec un ensoleillement sur toute l'année et un hiver doux et descendant que rarement en dessous de 10°C, et une saison estivale chaude, et sèche pouvant aller jusqu'à 45°C au mois d'août, ce qui n'est pas toujours une condition climatique favorable. Les plages de Sousse sont parmi les plus chaudes de la côte méditerranéenne, avec des périodes estivales largement épargnées par les faibles pluies.

Le rythme de croissance touristique a été particulièrement remarquable. Le nombre de lits est passé de 6 664 en 1972 à 39 247 en 2006[11]. La puissante infrastructure est autant qualitative que quantitative avec la présence d'une grande diversité des catégories d'établissements, allant de simples hôtels non classés, rassemblés autour de la dénomination commune de 2 étoiles et moins, aux hôtels 5 étoiles, en passant par les villages de vacances. On constate la prédominance dans la région des hôtels de catégories 3 et 4 étoiles, où se concentrent par ailleurs 75% des capacités en lits de la région (Figure 7).

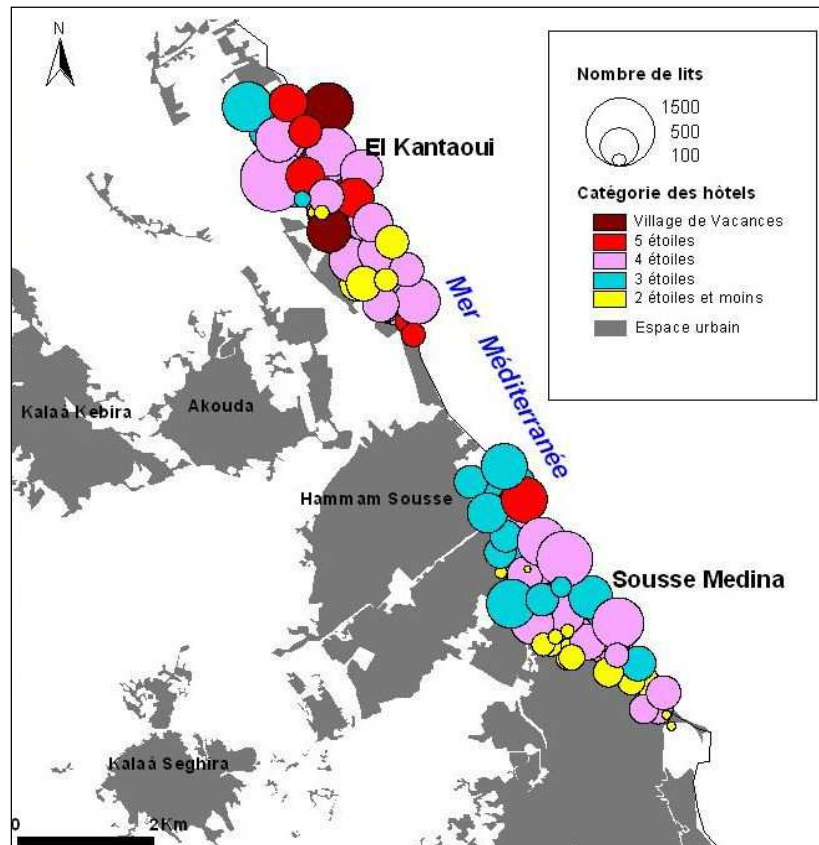


Fig. 7. Taille et catégorie des hôtels dans le Grand Sousse en 2007

3.4 ENVOLÉE DE LA CONSOMMATION ET CONFLITS D'USAGES

3.4.1 UNE CONSOMMATION DES MENAGES ELEVEE ET DISPARATE

La croissance de la consommation en eau dans le Grand Sousse est étroitement liée à la croissance démographique, au déversement du surplus de la population rurale dans les villes, mais aussi à l'effort considérable des pouvoirs publics au travers de la SONEDE pour desservir les centres urbains qui n'ont pas encore été alimentés, et pour généraliser la distribution d'eau courante à l'ensemble de la population. Ainsi, 99,9% de la population du gouvernorat de Sousse a accès à l'eau potable, dont 95,2% des ménages directement et individuellement à domicile, branchés sur le réseau de distribution de la SONEDE [12]. La part des volumes consommés par les ménages branchés est non seulement écrasante, mais a aussi extrêmement évoluée depuis les années 70, premières années de création de la SONEDE et de la généralisation du branchement au réseau, passant ainsi de 1,8 Mm³ en 1969, à presque 20 Mm³ en 2007 (Figure 8).

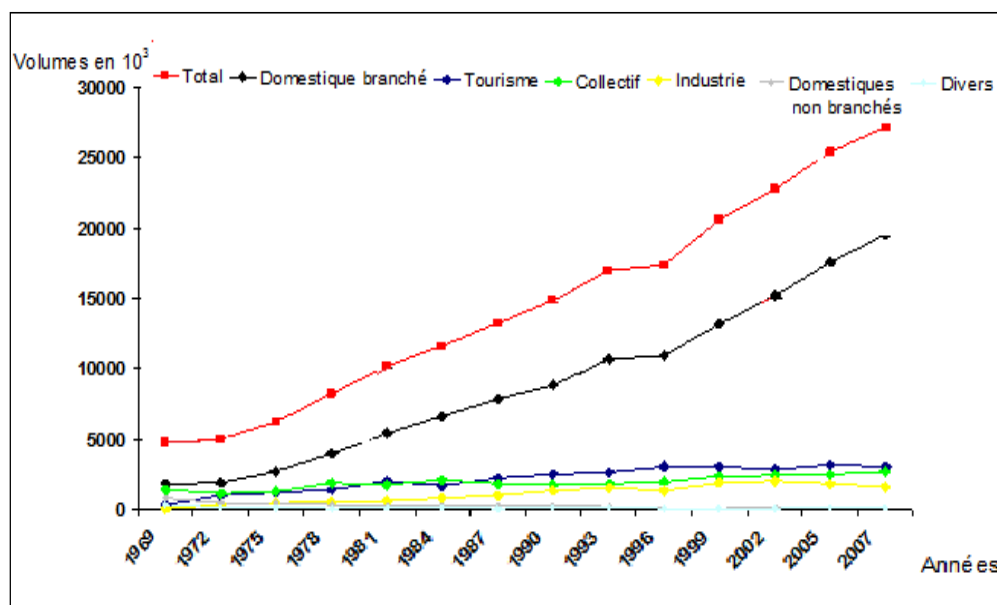


Fig. 8. Evolution de la consommation d'eau en volume par type d'usagers branches dans le gouvernorat de Sousse entre 1969-2007

La représentation de cette consommation par secteur administratif (Imada) permet de constater que c'est dans les espaces urbains, et particulièrement dans celui du Grand Sousse, que la consommation des ménages branchés est la plus importante, avec des volumes consommés pour l'année 2007 variant entre 28 000 m³ et plus de 1 Mm³ en 2007 (Figure 9). Ainsi, certains secteurs consomment jusqu'à 12 fois plus que d'autres, pour des superficies parfois plus grandes dans des secteurs ruraux moins consommateurs. Cela est incontestablement le résultat d'une croissance démographique qui a vu la population se déverser dans les villes (85% des ménages branchés vivent en milieu urbain) et pour plus de 80% d'entre eux se concentrent dans les communes du Grand Sousse.

Du fait de la concentration urbaine des ménages, le phénomène quantitatif de forte consommation est aussi qualitatif car la ville est vecteur d'un mode de vie plus consommateur d'eau. Les disparités persistantes dans l'espace du Grand Sousse complexifient encore la réalité de la consommation. L'analyse des consommations différentielles à l'échelle du secteur, plus petite unité administrative, montre une disparité sociale entre les quartiers aisés, modestes et populaires, qui se traduit par des consommations spécifiques allant de moins de 50 litres/jour/habitant dans les quartiers les plus pauvres à plus de 500 litres/jour/habitant dans les plus aisés. Cette disparité de la consommation est liée au niveau différentiel d'équipement des ménages ainsi qu'aux comportements plus ou moins économes de la ressource.

A la forte concentration de la consommation des ménages dans le Grand Sousse, si ajoute une importante concentration des « Gros Consommateurs » industriels et touristiques, sur un espace littoral fragile et davantage fragilisé. Le terme de « Gros Consommateurs » utilisé par la SONEDE dans ses rapports d'activités, désigne les abonnés dont la consommation est supérieure à 150 m³/trimestre.

3.4.2 L'INDUSTRIE : UN « GROS CONSOMMATEUR » POLLUEUR

La zone d'étude occupe la deuxième position en termes de nombre d'établissements industriels. Les conséquences sur les volumes d'eau consommés furent instantanées et ont progressé dans le même sens (Figure 10). En termes de répartition par branche d'activité, l'« Industrie Agro-alimentaire » est le secteur le plus consommateur d'eau, devant les secteurs des « Matériaux de Construction », du « Textile », de la « Chimie » et de la « Mécanique ». Cette croissance industrielle a eu certes, un impact positif puisqu'elle a fait du Sahel de Sousse une des régions les plus actives du pays. Toutefois, son accélération au cours des dernières décennies et la concentration des entreprises et des zones industrielles sur le littoral, ont suscité une menace plus grande de dégradation de l'environnement, dont le problème de l'assainissement et des eaux usées, et ont constitué une menace d'autant plus grave sur les ressources hydriques que ces dernières sont déjà surexploitées.

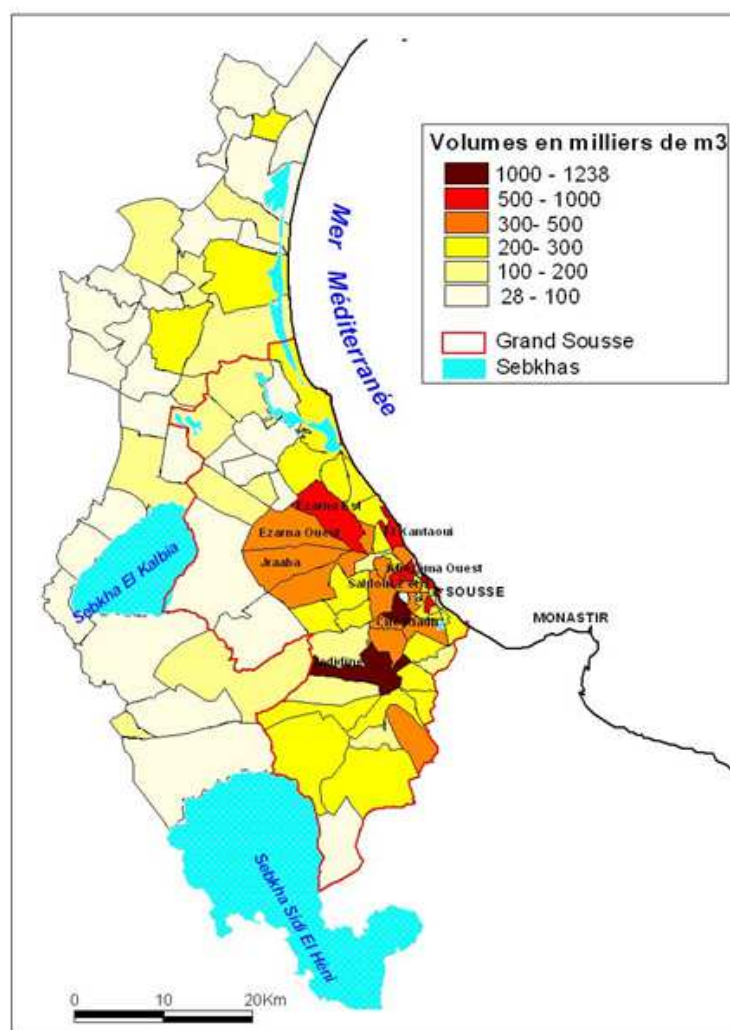


Fig. 9. Consommation d'eau par secteur (imada) dans le gouvernorat de Sousse en 2007

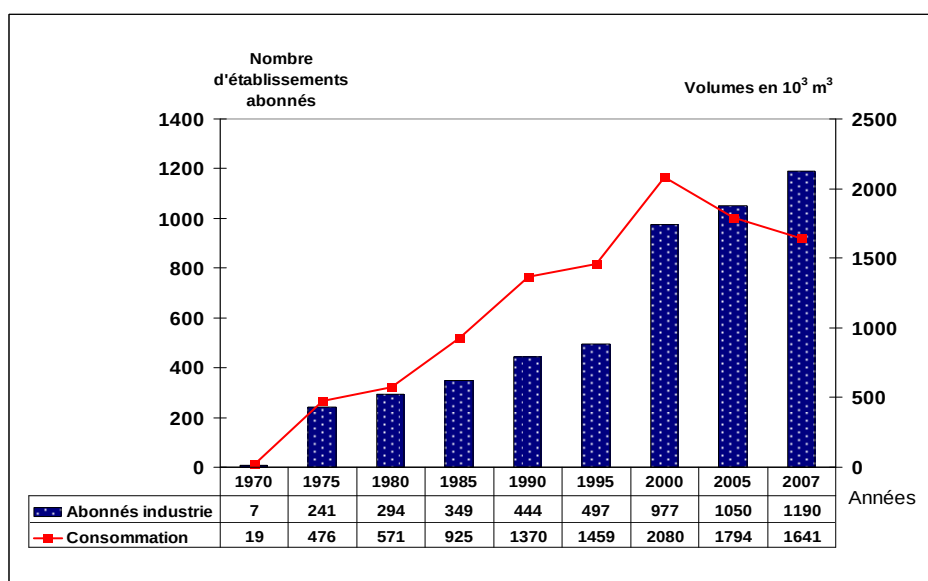


Fig.10 Evolution de la consommation et du nombre des établissements industriels abonnés dans le gouvernorat de Sousse depuis 1970

3.4.3 CONCENTRATION SAISONNIÈRE DE L'ACTIVITÉ TOURISTIQUE

Si le tourisme est un concurrent récent pour l'allocation de l'eau potable dans la région du Grand Sousse, il ne semble a priori pas constituer une menace à l'approvisionnement avec une part de 11% des volumes d'eau potable consommés pour moins de 0,1% des abonnés. Mais il est en réalité un gros consommateur et c'est pourquoi la quasi-totalité des hôtels de masse est classée gros consommateur par la SONEDE, du fait d'une consommation par unité hôtelière et par lit très élevée. Avec un volume total d'eau consommée d'un peu plus de 3 Mm³ en 2007, répartis entre seulement 123 abonnés du secteur tourisme, dont 57 hôtels, cela représente une importante consommation spécifique dans ces zones touristiques (Figure 11), pouvant atteindre plus de 700 litres/jour/lit. Ces tensions hydriques ne sont pas tant difficiles à gérer par l'importance des consommations, mais du fait qu'elles ont tendance à s'accroître en période estivale où l'eau manque cruellement, et où les besoins pour le tourisme s'intensifient avec une augmentation du nombre de nuitées dépassant les 1 millions pour les mois de juillet, août et septembre.

Les taux d'occupation des hôtels atteignant des pics de 120%, alors qu'ils sont en moyenne de 58,6% (ce qui est par ailleurs supérieur au taux d'occupation moyen national de 51,5%). Ceci sans compter que l'altération des conditions climatiques a engendré ces dernières années des étés de plus en plus chauds, ce qui a pour conséquence d'augmenter considérablement les besoins en eau, jusqu'aux limites supportables du stress hydrique. L'affectation de la quasi-totalité de la bande côtière de Sousse Nord au tourisme a été une source de dégradation de l'environnement, caractérisée par une intense érosion marine, et la pollution des plages que l'implantation massive des unités hôtelières en front de mer entraîna [13]. Sans compter que l'implantation des hôtels sur toute la bande littorale, en continuité avec la zone touristique de Hammamet plus au nord, créa des déséquilibres entre une zone côtière fragile saturée et un dépeuplement des zones intérieures. Les activités touristiques induisent des impacts tant du fait de leur concentration saisonnière en été, car il s'agit avant tout d'un tourisme balnéaire, que de leur concentration spatiale sur le littoral. La forte densité de vacanciers en période estivale génère des pressions sur la ressource en eau, mais en réalité sur tout le milieu naturel.

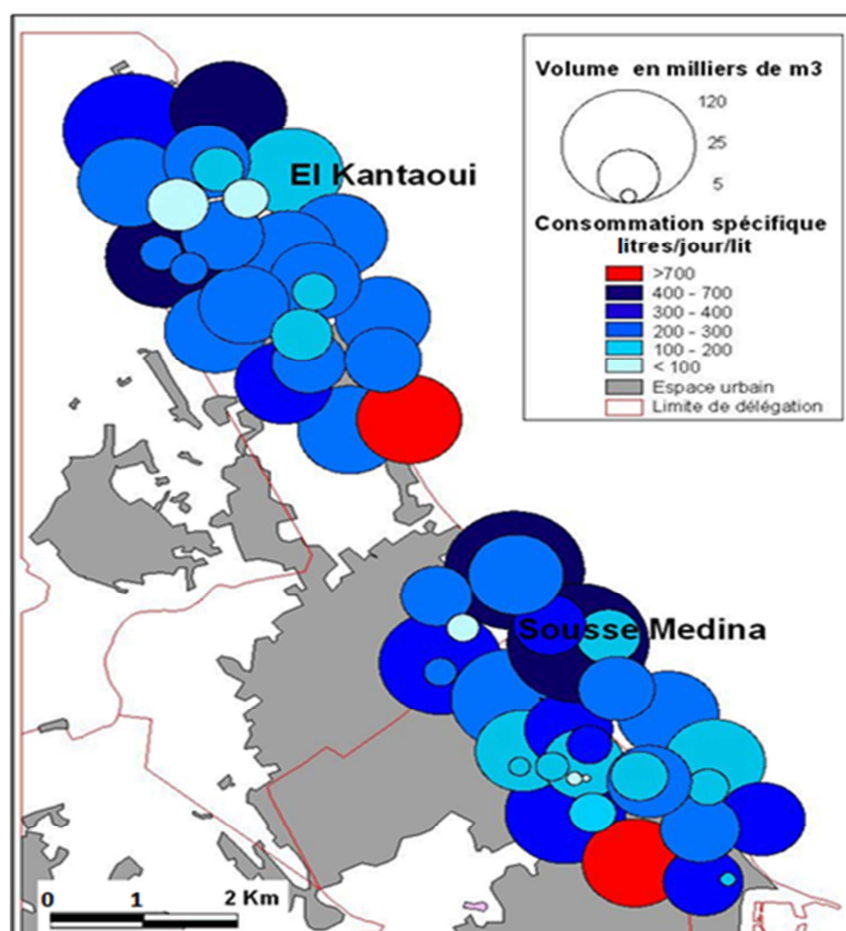


Fig.11 Consommation d'eau par les hôtels dans le Grand Sousse en 2007

4 CONCLUSION

La conurbation du Grand Sousse, consolidée en un tissu urbain autour de la ville de Sousse, est devenue, sous la pression démographique, un important foyer de consommation d'eau. Cette croissance démographique est un fait urbain et littoral. La dynamique sahélienne se manifeste également à travers l'essor de l'activité économique, en premier lieu l'explosion de l'industrie et du tourisme. Cette région devient l'une des plus grosses consommatrices d'eau urbaine de la Tunisie, puisque le gouvernorat de Sousse accapare à lui seul presque 8% de la consommation totale d'eau potable.

L'étude diachronique de la demande en eau des différents secteurs, et la représentation cartographique de la consommation, à partir de l'utilisation d'un système d'information géographique, a permis de mettre en évidence les conflits d'usages et le défi que représente l'allocation sectorielle de l'eau dans la région d'étude. La concentration de ces consommateurs dans l'espace littoral du Grand Sousse est le dénominateur commun qui n'a pas manqué de fragiliser davantage le paysage côtier et les ressources souterraines. Les consommateurs, abonné domestique qui ouvre son robinet, activité industrielle qui pollue par des rejets toxiques, touriste dont la consommation spécifique atteint des records, ne se soucient guère des difficultés de collecte de cette eau.

La question de la gestion de la demande, comme celle de l'offre, est une question tout autant politique. Rien n'est donc définitif et elle peut être infléchie par une politique qui viserait à améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources, en essayant de réduire davantage les pertes et les gaspillages, et en incitant les populations à recourir davantage à des ressources aussi écologiques que l'eau de pluie, le dessalement de l'eau de mer ou le recyclage des eaux usées.

L'un des enjeux majeurs auxquels est confronté le système de gestion de l'eau dans les années qui viennent, est le passage d'une gestion de l'eau centrée sur l'augmentation de l'offre à une gestion de l'eau davantage centrée sur l'inflexion de la demande en eau, afin de repousser le plus tard possible l'impératif d'un recours massif aux ressources non conventionnelles faisant appel à une technologie encore très coûteuse.

REFERENCES

- [1] E. Houimli, « Les facteurs de résistance et de fragilité de l'agriculture littorale face à l'urbanisation : Le cas de la région de Sousse Nord en Tunisie », *Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure du Paysage de Versailles, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech)*, 259 p., 2008.
- [2] N. Sahtout, A. El Amri, M. Fourati, R. Majdoub, « Les facteurs de la pauvreté hydrique du Grand Sousse : un déséquilibre en eau agricole en perspective ? », *European Journal of Scientific Research*, Vol. 136, n°3, décembre 2015.
- [3] G. Mutin, « L'eau dans le Monde arabe », *Carrefours de géographie*, Paris, Ellipses, 184 p., 2000.
- [4] Institut National de La Statistique (INS), "Recensement Général de la Population et de l'Habitat : caractéristiques démographiques", Tunis, 1984, 1994, 2004.
- [5] A. Belhedi, « Le Système Urbain Tunisien. Analyse Hiérarchique Démo-Fonctionnelle sur la Base de la Loi Rang-Taille », *Cybergeo, European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 258, 2004.
- [6] R. Majdoub, A. Ben Salem, S. Khelifi, Y. M'Sadak, « Aménagement antiérosif traditionnel (Meskat): exploitation des eaux de ruissellement et amélioration des caractéristiques du sol », *EuroMediterranean Scientific Congress on Engineering*, Algeciras 2011, Espagne, 05/2011.
- [7] A. Ben Salem, R. Majdoub, Y. M'Sadak, S. Khelifi, « Importance of the Meskat system and its landscape insertion through the olive groves of Sousse region (Tunisian Sahel) ». *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 4 (2), pp. 396-400, 2013.
- [8] H. Sethom, « L'Industrie Tunisienne : Bilan et Perspectives », *Revue Tunisienne De Géographie*, 19-20, pp.181-222, 1991.
- [9] T. Belhareth, « Transport et Structuration de l'Espace Tunisien », *Faculté des Sciences Humaines et Sociales*, Tunis, 612 p, 2004
- [10] J.-M. Miossec, « Le tourisme en Tunisie: un pays en développement dans l'espace touristique international », *Cah. d'URBAMA* N°13, pp. 116-122, 1997
- [11] Office National du Tourisme Tunisien, "*Le Tourisme en Chiffres*", Ministère du tourisme tunisien, 1972-2007.
- [12] Sonede, "Rapport des statistiques, Année 1990 à 2007", *Direction Centrale de la Planification et des Etudes Générales*, Division Statistique, Sousse.
- [13] S. Fathallah, N. Halouani, M. Gueddari, « Evolution spatio-temporelle du trait de côte de Sousse à Monastir (Est de la Tunisie) », *Revue Géo-Eco-Trop.*, 34, pp. 103 – 112, 2010.

Vertical accuracy assessment of Open source Digital Elevation Model (a case study from northern Morocco)

Mohamed El Imrani, Chakib Darraz, Noaman Akalai, Rachid Hlila, and Abdelouahid El Ouaazani

Mapping and Numeric Technology Laboratory,
Faculty of Sciences, Abdelmalek Essaâdi University, Tetuan, Morocco

Copyright © 2016 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: Digital elevation models (DEMs), as its name suggests, is a digital representation of ground in terms of altitude. It provides information not only on landforms but also on their geolocation; this is why it is considered one of the most useful digital data sets for a wide range of users. Various field, remote, and laboratory techniques can generate DEMs. Some of the DEMs such as ASTER, SRTM, and GTOPO30 are freely available open source products; however, the accuracy of these data sets is often unknown and is uneven within each dataset due to radar characteristics, type of topography, and physical properties of the surface. In this study, we evaluate open source DEMs (ASTER and SRTM) and their derived attributes using a reference DEM produced by contours maps interpolation and ground control points. In fact, the quality of derived attributes of DEMs such as slopes and drainage network is closely linked to accuracy of DEMs. While Open source DEMs partially show low accuracy in high elevation terrain and forest areas, it can be concluded that the quality of the datasets is sufficient in large scale studies.

KEYWORDS: Digital elevation models, ASTER, SRTM, Topography, Accuracy.

1 INTRODUCTION

Digital Elevation Models (DEMs) can be defined as a set of altimetry data describing the shape of the ground surface [2], from which are derived, digital models of slope gradient, horizontal curvatures, catchment area, and other topographic attributes [4].

The knowledge of the surface topography is of major importance to Earth sciences. It is essential in any discipline concerned with process modeling like hydrology, climatology, geomorphology and ecology [6].

DEMs can be generated by Conventional topographic surveys, Kinematic GPS surveys, Analogue and digital photogrammetric approaches, Radar techniques, Laser surveys, Shipboard echo sounding, Airborne optical sensing, Satellite radar altimetry, Airborne ice-penetrating radar techniques and Digitizing of contours [4].

The need for global coverage with a medium scale DEM (1-3 arcs second, or 30-100 m post spacing) led to the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [1], and the recent release of the ASTER GDEM [12]. These DEMs have different data spacing (3" for SRTM and 1" for ASTER), with ASTER GDEM having near global coverage (N83° to S83°) [12] while the SRTM is limited to latitudes from N60° to S56° [7].

Small scale DEM representation is required for global and regional scale simulation studies, but the feasibility of application depends on vertical accuracy [2]. To assess the accuracy of DEM many attempts have been made, yet there is enough scope to evaluate the open source DEMs because ASTER GDEM Version2 was released on October 17, 2011. In addition, testing of DEM accuracy in Morocco's landscape especially in Mediterranean are very limited.

Elevation profiling, image subtraction and ground control points are used to assess data quality. This paper examines also the relationship between the DEMs elevation error and terrain morphology, slope and land cover.

2 STUDY AREA

The study area is located in northern Morocco, geographically situated between 494600 (-004°46'13.32") and 502400 (-004°55'20.18") (Easting) and 557300 (035°03'01.87") and 543438 (35°07'17.59") (Northing) for Lambert Coordinate system (Zone 1) and WGS 1984 respectively. The test site has a area of 55 km² with elevation differences of approximately 1000 m. The relief of the test site is highly rugged and a dense network of small creeks. Land cover is reasonably homogeneous; with 50% of open fields, 35% of forest areas and 11 % as urban areas.

The results of the investigations are only valid for the limited set of environments represented by the test site. Further studies are necessary to proof the validity of the conclusions drawn from this evaluation for other surface types.

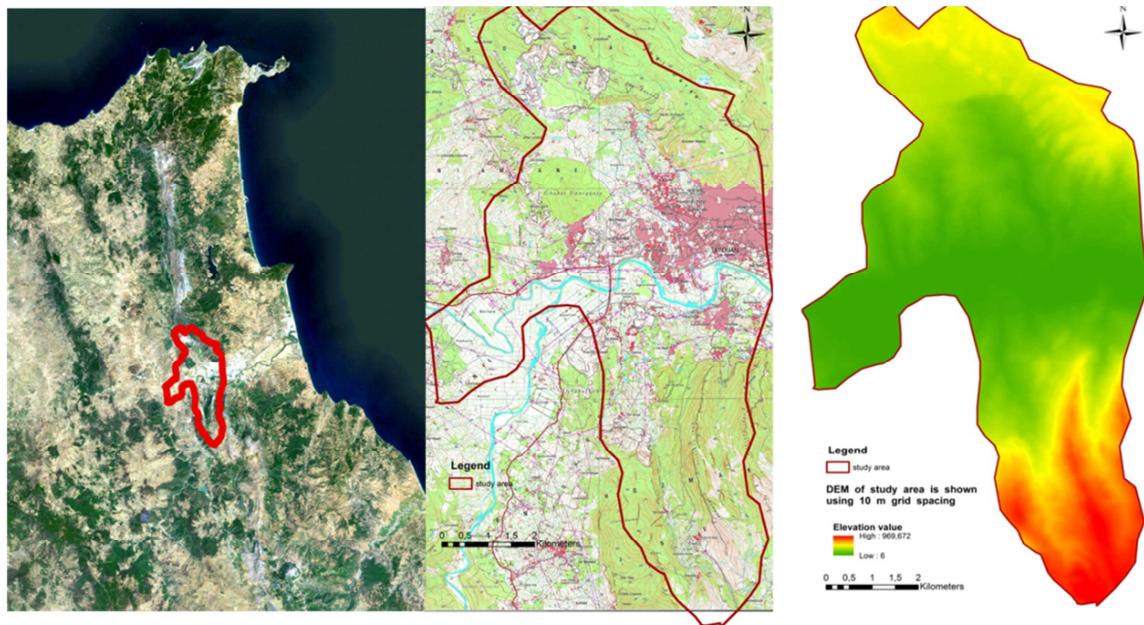


Fig. 1. Delimitation of the study area

3 DATA

In this study, three DEMs are used.

The first DEM is the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): considered as one of the most complete, highest resolution digital elevation model of the Earth. The project was a joint effort of NASA (the National Geospatial-Intelligence Agency), the German and Italian Space Agencies in February 2000. It used dual radar antennas to acquire interferometric radar data, processed to digital topographic data [9].

The second DEM is Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) derived from optical portion of electromagnetic spectrum and the microwave based Shuttle Radar Topography Mission [12].

The "version 1" of (ASTER) Global Digital Elevation Model (GDEM) was released on June 29, 2009 by NASA and the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) of Japan. It was compiled from over 1.2 million scene based DEMs covering land surfaces between 83°N and 83°S latitudes [12].

NASA and METI released a second version of the ASTER GDEM (GDEM2) in October, 2011. Improvements in the GDEM2 resulted from acquiring 260,000 additional scenes to improve coverage, and improved water masking [12].

Table 1. The product specification of the ASTER and SRTM elevation models

	SRTM 3	ASTER GDEM 2
Data supplier	NASA / NGA / DLR/ASI	METI / NASA
Period of collection	11 days in 2000	2000 - 2010
Grid spacing	3"x3" longitude and latitude	1"x1" longitude and latitude
Datum (horizontal)	WGS84	WGS84
Datum (vertical)	WGS84 or MSL (optional)	WGS84 or MSL (optional)
Data format	DTED 16-bit signed integer	GeoTIFF, signed 16-bit, in units of vertical meters
Horizontal precision (absolute)	±20m 90% circular error	±20m 95% circular error
Vertical precision (absolute)	±16m 90% vertical error	±17m 95% vertical error

The third is reference DEM, data reference acquisition is a critical step in the process of developing these models since it has a direct influence on the degree of precision to achieve [2].

The selection of a technique to produce a DEM for soil and geological research depends on several factors, such as the size of the study area, required accuracy and resolution of the DEM, accuracy and resolution of other maps and materials as well as the cost of the DEM generation [4].

Topographic maps of various scales are digitized to produce DEMs. In digitizing, one may use ancillary cartographic information, such as elevation values for mountain summits and depression bottoms, and structural lines. However, Isobaths maps are the most used to create DEMs [5].

In this study, a reference DEM produced by digitizing of contours from topographic map at a scale of 1:25000 is used. The horizontal accuracy is given as less than 5 m and the vertical accuracy as 2–3m (ground control points from general leveling of Morocco).

4 METHODOLOGY

4.1 GENERATION OF DEM FOR REFERENCE DATA

Creation of a DEM from a topographic map requires that the elevation map contours should be converted to raster DEM. This was done using a multi-step process.

To generate the reference DEM, topographic maps of Tetouan_alazhar and Oued_lakhmis at a scale of 1:25000 are used. The topographic map had scanned and geo-referenced. Then contour, spot elevations, coastlines and water bodies extracted and converted to digital vectors. Each vector contour had tagged with their corresponding elevation value. At last a reference DEM at 10 m grid size was generated based on those vector features. The reference DEM has the same coordinate system of topographic maps; Lambert conic conform projection -Morocco zone 1- as horizontal datum and vertical datum were considered as Mean Sea Level (MSL).

4.2 DATUM MATCHING

The vertical datum of reference DEM is MSL, while the elevation value in SRTM and ASTER data is given as height above EGM96 1996 Earth Gravitational Model in optional way [12] [8]Which is closely comparable with MSL. Therefore, matching datum is not necessary.

When open source DEMs are downloaded in WGS84 as vertical datum, several processing steps are necessary to transform the open source data into a product comparable to the reference DEM.

The fact that SRTM AND ASTER DEM have WWGS84 as horizontal datum, they are then projected to a Lambert conic conform projection (zone 1, Morocco) to make them comparable to the reference DEM. In order to introduce the least possible geometric error in this processing step, cubic convolution is used as a resampling method.

The associated smoothing is a minor obstacle and the error margin related to this process can be specified to be below 1 m in order to match the same vertical and horizontal datum.

5 VALIDATION AND DISCUSSION

5.1 VISUAL AND STATISTIC VALIDATION

5.1.1 ELEVATION PROFILES

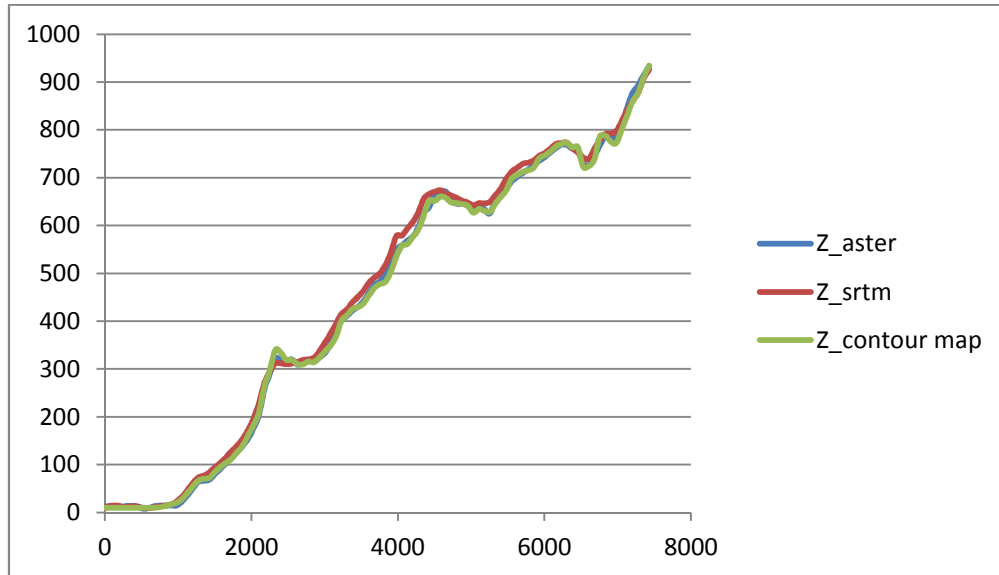


Fig. 2. Terrain profile derived from three DEMs along the section line

Elevation profiles are effective ways to illustrate differences between Digital Elevation Models. Fig. 2 compares a subset of an elevation profile for each the SRTM; ASTER DEM and the reference DEM.

It is clear from the chart that while over most of the curve the SRTM elevation value does not deviate from the reference DEM by more than approximately 10 m. In high elevations; up to 400 m the curve shows much more severe deviations from the reference.

At the same time we see that the deviations from the reference are much less in the case of ASTER elevations compared to SRTM elevations.

5.1.2 DIFFERENCE IMAGES

Difference images are widely used to visualize the spatial distribution of error between a DEM and a particular reference. In effect, computing a difference image removes the topography from the DEM and only shows the true deviation in elevation from the reference.

In this case, the SRTM DEM and ASTER DEM were subtracted from the reference DEM to obtain positive numbers for cases in which the SRTM or ASTER underestimates the elevation and negative numbers for those cases in which it overestimates the elevation; $\Delta z = Z_{\text{ref}} - Z_{\text{SRTM/ASTER}}$

Where Δz is the elevation error, $z_{\text{SRTM/aster}}$ is the elevation of the SRTM or ASTER DEM and z_{ref} the elevation of the reference DEM at a particular location.

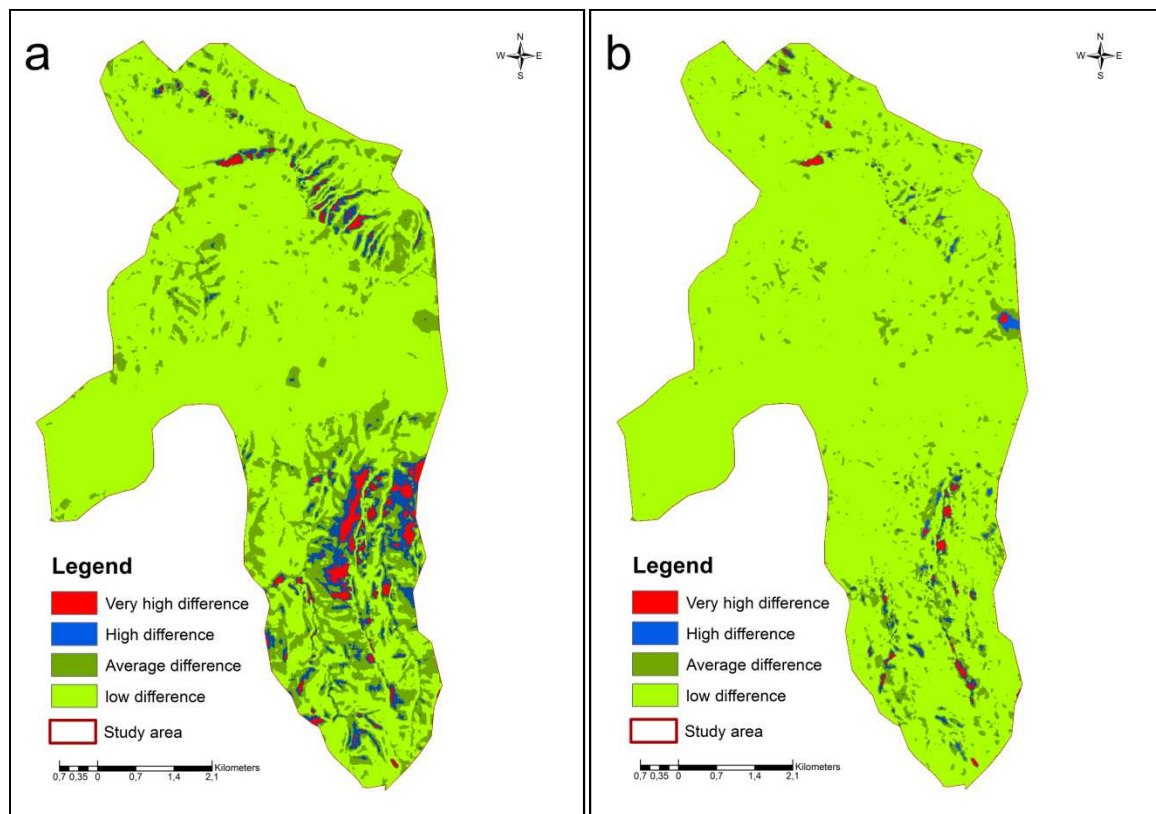


Fig. 3. Difference image between: a) the SRTM DEM and the reference DEM b) the ASTER DEM and the reference DEM.

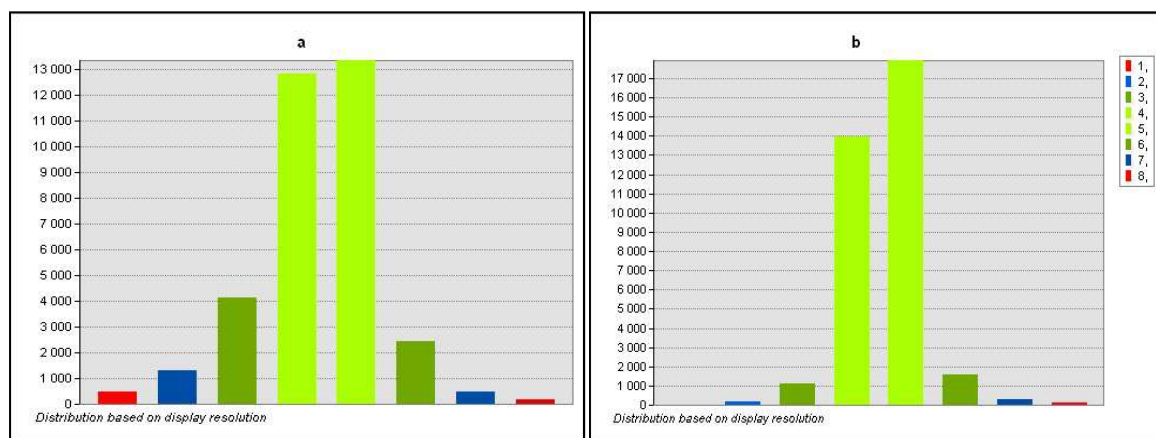


Fig. 4. Histogram of difference image between: a) the SRTM DEM and the reference DEM b) the ASTER DEM and the reference DEM

The altitude differences were classified into 4 classes (very high difference > 30 m, high difference between 20 and 30 m, average difference between 10 and 20 and low difference < 10 m). Fig. 2 shows the corresponding difference image, Areas at very high errors are wider in the case of SRTM DEM than Aster DEM. This shows that aster DEM is closer to reference than SRTM DEM; this is due in part to the resolution of SRTM data that is 3×3 arcs while 1×1 arcs for ASTER.

We can also observe in Fig. 2 that flat areas only show errors of ± 10 m and High differences are concentrated in the mountainous and hilly areas, which is proving that slope and surface objects play an important role in the accuracy of elevations values.

The histogram of the difference image set is shown in Fig. 3, The altitude differences were classified into 8 classes (class 1 > -30 m; $-30 < \text{class 2} < -20$; $-20 < \text{class 3} < -10$; $-10 < \text{class 4} < 0$; $0 < \text{class 5} < 10$; $10 < \text{class 6} < 20$; $20 < \text{class 7} < 30$; class 8 > 30).

It is clear that the percentage of high error is very important in SRTM DEM; 90% of differences in ASTER DEM are less than ± 10 m compared to 74% in SRTM DEM.

Furthermore, within average and high differences, the negative ones are more current in the first histogram and positives are more current in the second, which means that SRTM DEM underestimates the elevation value and ASTER DEM overestimates it. Nevertheless, in low differences both ASTER and SRTM DEM underestimate elevation value; the overestimation and underestimation are extremely linked to the land cover. This relationship will be treated in the chapter 5.2.2.

5.1.3 VALIDATION USING SURVEYING POINTS

The reference DEM used for this study provides a reliable and homogeneous source of spatially distributed elevation data, however it has a potential 2–3m vertical error. The next step in this study was therefore to validate the SRTM and ASTER using surveying with very high accuracy in position as well as elevation.

A number of 161 evenly distributed surveying points were available for validating the open source DEMs. For each point, the elevation value of the surveying point was subtracted from the corresponding open source DEM pixel value to calculate the error.

It must be noted that the comparison of a pixel value as the spatial mean of a 30×30 m area to a point value is problematic, as some of the deviation is certainly attributed to these different scales of observation. A quantification of this effect is beyond the scope of this paper, thus compensation within the samples was assumed.

Table 2. Basic statistic of ASTER and SRTM DEMs errors

	<i>ASTER elevation</i>	<i>SRTM elevation</i>
Mean	1,083	-13,660
Standard error	0,844	1,179
median	-1,826	-17,475
Standard deviation	10,705	14,964
Minimum	-16,132	-34,470
Maximum	41,960	44,889
sum	174,306	-2199,334
Number of samples	161	161
Confidence interval (95,0%)	1,666	2,329

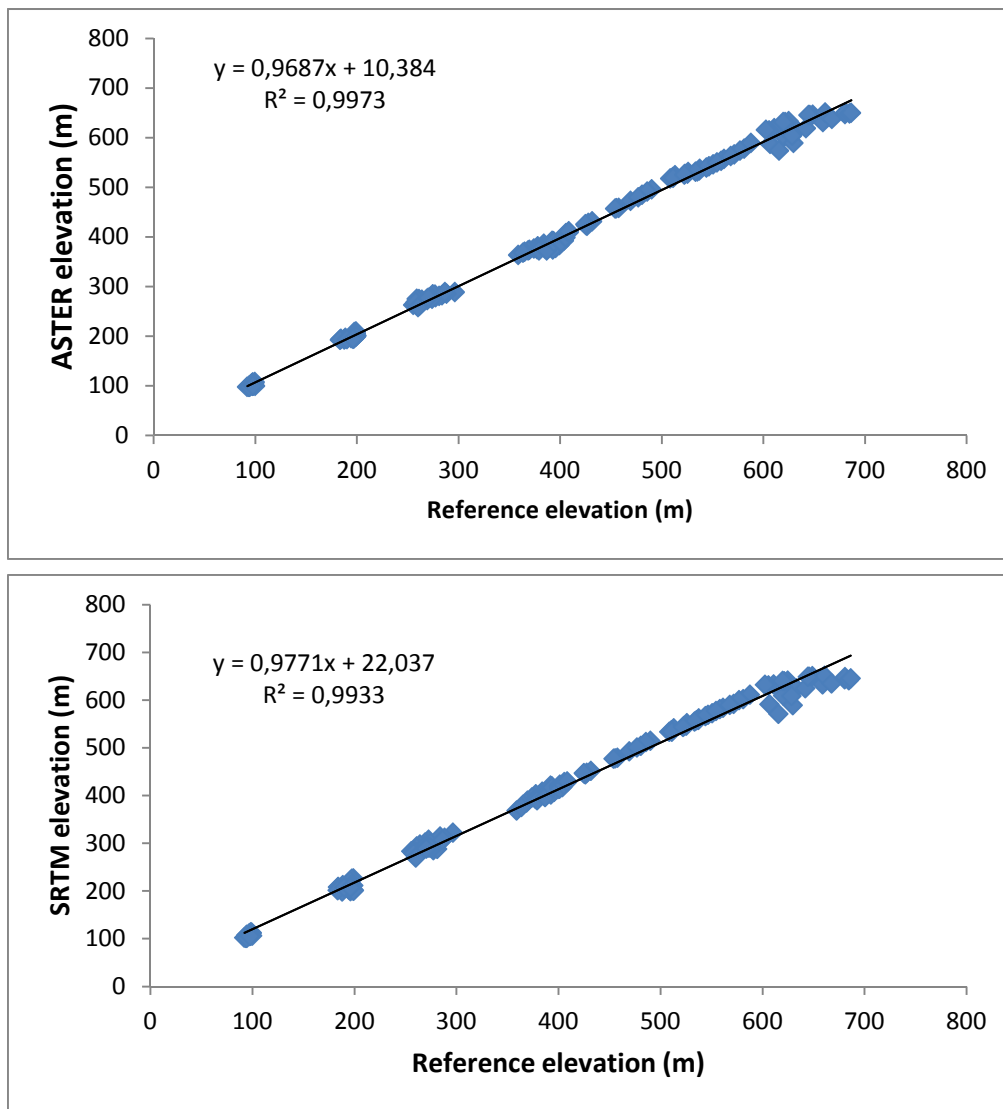


Fig. 5. Deviations of the SRTM and ASTER elevations from the reference at the surveying points

The basic statistics for this analysis show that elevations values from ASTER are more accurate and homogeneous compared to SRTM elevations. In fact the mean error, standard deviation, median, standard error and Confidence interval are higher in ASTER than SRTM.

Fig.4: shows that The level of agreements (R^2) between reference elevation is 0.997 for ASTER and 0.993 SRTM thus correlation between ASTER and reference height is which signifies that accuracy of ASTER is better compared to SRTM.

5.2 FACTORS INFLUENCING ELEVATION ERRORS

5.2.1 EFFECT OF TERRAIN MORPHOLOGY AND SLOPE IN DEM ACCURACY

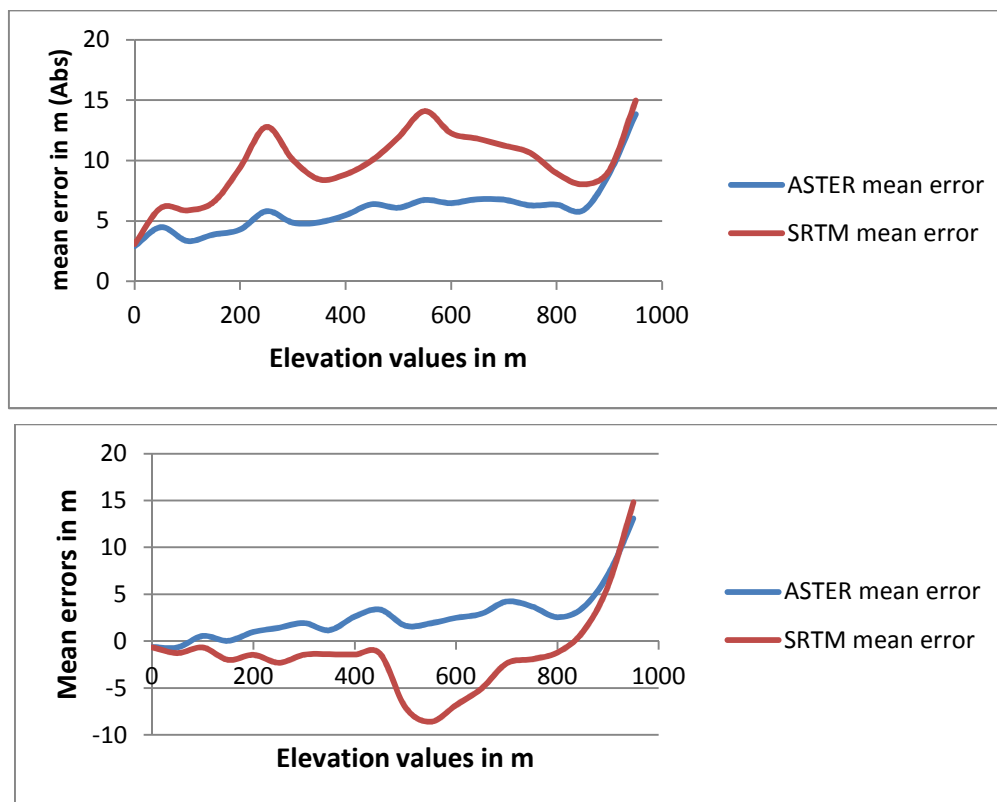
Terrain morphology is one of the major influencing factors for vertical accuracy of DEM. In order to evaluate this influence, reference DEM is divided into 7 altitudinal zones and slope was derived from each DEM.

Table 3. Statistical characteristics slope derived from ASTER and SRTM elevation data

Statistics of ASTER DEM derived slope			
Altitudinal zone	MAX	MEAN	STD
<300	57,51	9,94	7,20
301-400	65,44	14,94	9,85
401-500	59,00	16,37	9,40
501-600	60,30	22,30	11,22
601-700	57,41	24,13	9,25
701-800	53,42	22,03	8,40
>800	54,21	18,55	8,66

Statistics of SRTM DEM derived slope			
Altitudinal zone	MAX	MEAN	STD
<300	46,77	8,75	6,42
301-400	59,63	13,23	9,06
401-500	59,73	14,63	8,69
501-600	59,51	21,09	10,80
601-700	58,12	23,01	8,07
701-800	46,20	20,63	7,33
>800	41,77	17,08	8,01

The statistical characteristics of the slope maps calculated from ASTER and SRTM for each altitudinal zone are given in Table 2. Maximum, mean and standard deviation of slope are lower when calculated from SRTM. This could be explained by the effect of generalization due to coarse posting (30m in ASTER and 90 in SRTM).

**Fig. 6. Vertical accuracy of ASTER and SRTM relative to terrain morphology**

The mean error of elevation value of ASTER and SRTM within each zone is calculated from differenced surfaces. (Fig.5) shows the effect of terrain topography on DEM accuracy. The DEM surface in both cases is more erroneous in high altitudinal zone where terrain is rugged; The mean error curve shows an increasing trend in high altitudinal zone indicating that relief increases the uncertainty of height measurement. The mean error curve show negative SRTM errors while ASTER errors are always positives witch prove again that SRTM data overestimate elevation value and ASTER data underestimate them. In absolute value the mean curve shows that the mean error of SRTM is always higher than aster mean error proving that ASTER surface provide more accuracy compared to SRTM surface.

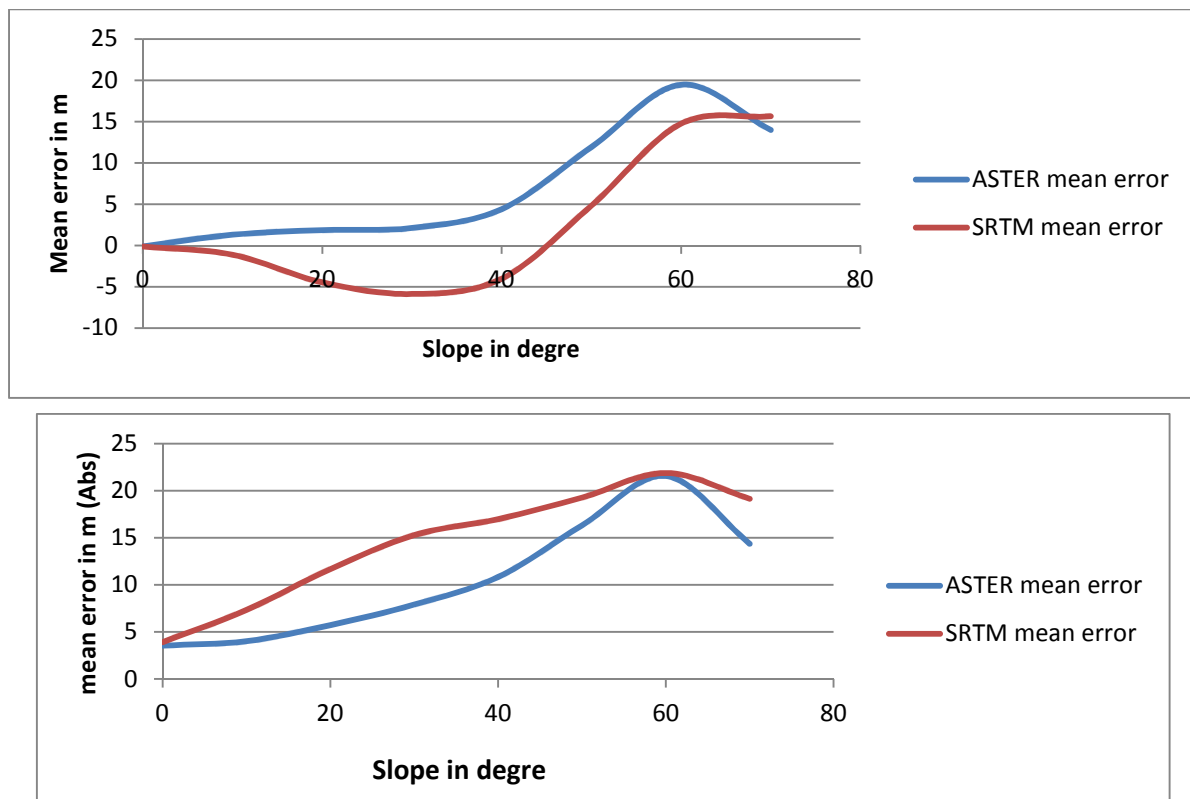


Fig. 7. Vertical accuracy of ASTER and SRTM relative to slope of the reference

The effect of slope on the height accuracy is shown in Fig. 6. It indicates that in relatively flat areas (slope less than 20°), the accuracy of DEMs is less than 10 m. The error increases rapidly when the slope value is greater than 20°. It also reveals the effect of relief on DEM accuracy. The ASTER mean errors are always less than SRTM errors witch prove another time that the ASTER surface provides a better accuracy compared to SRTM.

5.2.2 RELATIONSHIP BETWEEN SRTM AND ASTER ELEVATION ERROR AND LAND COVER

As SRTM and ASTER is a radar-based method, the quality of the reflected signal is dependent on the properties of the scattering object on Earth surface. In addition to topography, the accuracy of the SRTM and ASTER DEM was also expected to show some variation with land cover.

To analyze any potential relationship between SRTM and ASTER elevation error and land cover, the land cover (forest map of Tetouan) data set was used. Land cover map is organized into 8 classes (urban areas, matorral, Open forest, low-density forest, average -density forest, dense forest, open space and wetlands).

Table 4. Basic statistics of the ASTER and SRTM mean error for the land-cover classes

Land useclass	AREA m2	ASTER mean error	SRTM mean error
Urban areas	5932600	-3,34	-0,93
Open space	28375300	0,94	-1,39
Matorral	13627200	3,41	-0,40
Field with small plantation	1073800	1,35	-0,81
low-density forest	2315900	2,69	-4,45
average -density forest	667000	-0,33	-8,94
dense forest	3078100	-2,34	-6,65
wetlands	400400	0,03	1,16

Basic statistics were computed from the difference image (fig.2) for each land-cover class. Table 3 shows the results with the mean error being the most interesting parameter.

The Open space, and wetlands classes show only very low (less than a meter) absolute deviations from the reference, while the absolute errors for the Urban areas and forest are the largest.

Minor deviations were detected in the localization of sub watershed and in the spatial pattern of river segments, which can be particularly related to the different technique of DEM generation in terms of the true object surface detection by interferometry.

Dense forests, urban areas and matorral show the highest mean (absolute value) elevation errors. While the high mean error for forest and urban areas was to be expected due to the different representation of topography in the SRTM and ASTER DEM and the reference DEM, the high mean error for the matorral and Field with small plantation was more surprising. However, further analysis showed that areas of matorral and Field with small plantation were almost exclusively located at higher elevations in regions of steep slopes. Thus, this effect can be attributed to the dependence of SRTM and ASTER DEM accuracy on slope.

As expected forests and urban areas show a negative value because ASTER and SRTM DEM overestimate elevation value in that area due to radar technology used to produce DEM. furthermore SRTM shows overestimation of heights in all type of area, while ASTER tends to overestimate elevations only in urban and forest area.

The fact that these values are close to the accuracy of the reference DEM, these deviations may not be significant after all.

6 CONCLUSION

The vertical accuracy of ASTER GDEM Version 2 and SRTM elevation model was tested in the present study. The validation was performed based on two reference data; surveying control points and high posting DEM derived from map contour. The accuracy of ASTER and SRTM DEM was evaluated using visual, profile and statistical methods. The effect of terrain morphological characteristic and slope was also analyzed.

Interestingly, the accuracy of ASTER and SRTM heights exceeds the mission specification when compared with surveying control points and high posting DEM derived from map contour, although ASTER surface provides a better accuracy compared to SRTM.

The vertical accuracy of the DEMs is affected by the terrain morphological characteristics and terrain roughness negatively influences vertical accuracy. In the higher altitude (>400 m) where the variance of elevation is high, the error of elevation is also increased. The slope characteristic of the terrain has significant impact on ASTER and SRTM accuracy where terrain slope is above 20°. The high mean errors are associated with rugged and steep terrain.

The results show that although the SRTM, ASTER data and the reference DEM have different representations of surface objects, the data have a high vertical accuracy in smooth, hilly terrain with a mean error of less than 1 meter.

The study recommends that the elevation models can be very useful for small scale regional level study where the inaccuracies in the SRTM and ASTER data have only a minor impact on the model results.

REFERENCES

- [1] Bridget Smith, David Sandwell, 2003. Accuracy and resolution of shuttle radar topography mission data.
- [2] Driss TAHIRI, 2007. Les modèles numériques de terrain.
- [3] Gabriele COLOSIMO, Mattia CRESPI, Laura DE VENDICTIS, Karsten JACOBSEN, 2009. Accuracy evaluation of SRTM and ASTER DSMs.
- [4] Igor V. Florinsky, 2012. DIGITAL TERRAIN ANALYSIS IN SOIL SCIENCE AND GEOLOGY.
- [5] John P. Wilson, John C. Gallant, 2000. Digital Terrain Analysis.
- [6] J. R. Sulebak, 2000. Applications of Digital Elevation Models.
- [7] K. G. NIKOLAKOPOULOS, E. K. KAMARATAKIS, N. CHRYSOULAKIS, 2006. SRTM vs ASTER elevation products. Comparison for two regions in Crete, Greece.
- [8] M. Lorraine Tighe, drew chamberlain, 2009. ACCURACY COMPARAISON OF THE SRTM, ASTER, NED, NEXTMAP USA DIGITAL TERRAIN MODEL OVER SEVERAL USA STUDY SITES.
- [9] Natalie Robinson, James Regetz, Robert P. Guralnick, 2014. EarthEnv-DEM90: A nearly-global, void-free, multi-scale smoothed, 90m digital elevation model from fused ASTER and SRTM data.
- [10] P.L. Guth, 2010. GEOMORPHOMETRIC COMPARISON OF ASTER GDEM AND SRTM.
- [11] Steve Dowding, Trina Kuuskivi, Xiaopeng Li, 2004. VOID FILL OF SRTM ELEVATION DATA - PRINCIPLES, PROCESSES AND PERFORMANCE.
- [12] Tetsushi Tachikawa, Manabu Kaku, Akira Iwasaki and all, 2011. ASTER Global Digital Elevation Model Version 2 – Summary of Validation Results.
- [13] Y. Gorokhovich, A. Voustianiouk, 2006. Accuracy assessment of the processed SRTM-based elevation data by CGIAR using field data from USA and Thailand and its relation to the terrain characteristics.
- [14] Zama Eric Mashimbye, Willem Petrus de Clercq, Adriaan Van Niekerk, 2014. An evaluation of digital elevation models (DEMs) for delineating land components.
- [15] <http://reverb.echo.nasa.gov/>
- [16] https://lpdaac.usgs.gov/products/aster_products_table/aster_gdem_version_2_validation

Impact de la commercialisation nocturne des produits agricoles au centre-ville de Lubumbashi sur le budget ménager des acteurs

[Impact of the night marketing of the agricultural products in downtown area of Lubumbashi on the domestic budget of the actors]

Kirongozi Swedi¹, Kesonga Nsele Maurice¹, Mushagalusa Balasha Arsene¹, Kilemba Mukangala Benjamin², Bilolwa Bikalisha Pacifique², and Nkulu Mwine Fyama Jules¹

¹Unité de recherche en Economie et Développement, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Katanga, RD Congo

²Unité de recherche en Nutrition, Amélioration Animale et Agropastoralisme, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Haut-Katanga, RD Congo

Copyright © 2016 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 rate of unemployment in Lubumbashi remains high and for those which are likely to work, their monthly wages do not meet all the daily needs for their households. The survival of the majority of households is ensured more or less 75 % by the informal economy where especially the women are active. Night marketing in downtown area is one of the strategies of survival and constitutes a source of income making it possible to cover some domestic loads. This article aims to identify the economic activities of the households and to determine the contribution of each one of them in the domestic budget, to quantify certain current monthly expenditure of the households by identifying those which are financed by the night marketing of the agricultural produce. To reach that point, 62 salesmen were surveyed the night in the downtown of Lubumbashi in the interval of 17 h 30 – 22 h 00, hours of Lubumbashi over the period active of September to November 2015. The results of this study shows that the night petty trade enormously finances the recurring expenses of the households of the actors surveyed inter alia: expenses school, feeding, housing, transport, clothing, medical care and communication respectively for 85 %, 27 %, 44 %, 94 %, 79 %, 63 %, 42 %, and 92 %. Family agriculture, the housework, the wages of the conjoint, the assistances constitute other ways and resource of reinforcing the safety and the resilience of the households. Currently, the administrative authorities militates to discourage this kind of trade to the downtown area but their efforts still remain without success.

KEYWORDS: Impact, Marketing, Agricultural Produce, Lubumbashi, Budget, Actors.

RESUME: Le taux de chômage à Lubumbashi reste élevé et pour ceux qui ont la chance de travailler, leurs salaires mensuels ne couvrent pas tous les besoins quotidien de leurs ménages. La survie de la plupart de ménages est assurée à plus ou moins 75% par l'économie informelle où surtout les femmes sont actives. La commercialisation nocturne au centre-ville est l'une des stratégies de survie et constitue un moyen permettant de couvrir certaines charges ménagères. Cet article vise à identifier les activités économiques des ménages et déterminer l'apport de chacune d'elles dans le budget ménager, chiffrer certaines dépenses mensuelles courantes des ménages en identifiant celles qui sont financées par la commercialisation nocturne des produits agricoles. Pour y parvenir, 62 vendeurs ont été enquêtés la nuit au centre-ville de Lubumbashi dans l'intervalle de 17h30 à 22h00, heures de Lubumbashi sur une période allant de Septembre à Novembre 2015. Les résultats de cette étude montrent que le commerce nocturne finance énormément les dépenses courantes des ménages des acteurs enquêtés entre autres : l'alimentation, logement, frais scolaires, transport, habillement, soins médicaux, communication et autres dépenses respectivement à 85%, 27%, 44%, 94%, 79%, 63%, 42%, 92%. L'agriculture familiale, les travaux

ménagers, le salaire du conjoint(e), les aides constituent d'autres voies et moyens de renforcer la sécurité et la résilience des ménages. Actuellement, les autorités politico administratives militent pour décourager ce genre de commerce au centre-ville mais leurs efforts restent encore sans succès.

MOTS-CLEFS: Impact, commercialisation, produits agricoles, Lubumbashi, budget, acteurs.

1 INTRODUCTION

Selon un rapport du PNDUD Sur Le Développement Humain cité par [1], la situation socioéconomique de la République démocratique du Congo (RDC) reste encore préoccupante, elle connaît un taux de pauvreté de 71,3%. 87,7 % de la population vit en dessous de 1,25 USD par jour par personne et plus de 70% de la population est rurale et vit de l'agriculture avec un revenu agricole faible et sont pauvres. Ces dernières décennies, le pays a connu une instabilité sociopolitique caractérisée par l'insécurité et la destruction des moyens d'existence de la population. Il s'en est suivi les flux migratoires vers les centres villes qui, selon [2] conduit à l'explosion démographique et donc implicitement à l'expansion de zones périurbaines des villes. Pour la ville de Lubumbashi, il est établi que la croissance démographique est influencée par les conflits armés qui sévissent dans l'Est du pays et la libéralisation de l'exploitation minière qui attire beaucoup de personnes qui espèrent y trouver la paix, l'emploi, voire même la fortune [3]. Cependant, cette explosion démographique a une double conséquence, d'une part elle impacte la demande alimentaire et d'autre part, elle augmente le taux de chômage [2], qui est un phénomène urbain qui touche davantage les hommes que les femmes [4]. La survie de la plupart des ménages est assurée à plus ou moins 75% par l'économie informelle où sont surtout actifs les femmes et les enfants [7]. Les activités formelles ne permettent plus au Lushois moyen d'assurer sa survie quotidienne à cause de son salaire insignifiant [5]. La plupart de la population ne vit que de la débrouillardise. L'enquête menée par l'équipe de l'Observatoire du Changement Urbain auprès de 84 ménages a montré que l'économie de précarité s'est confortablement installée dans la ville de Lubumbashi. Les dépenses ordinaires mensuelles d'un ménage, composées pour l'ensemble de l'alimentation, du logement, de l'instruction, de la communication, de la santé et des loisirs... ne constituaient qu'un montant de 127 USD (en septembre 2000), tandis que les revenus ordinaires moyens mensuels par ménage ne représentaient que 41,62 USD. Le revenu mensuel équivalait donc en moyenne à 32,78% des dépenses mensuelles [7]. Dans cet état de choses, les ménages ont adopté des diverses stratégies pour faire face à la crise. Entre autres l'agriculture urbaine basée sur la production et la commercialisation qui est devenue une activité économique importante pour les pauvres [6]. Ce travail s'inscrit dans la logique d'une étude précédente intitulée « commercialisation nocturne des produits agricoles au centre ville de Lubumbashi : Acteurs, Rentabilité, Contraintes et Perspectives » où il s'agissait d'identifier les acteurs impliqués, dégager la rentabilité de l'activité, les contraintes et les perspectives [19]. Celui-ci se propose de déterminer l'impact du revenu issu de la commercialisation nocturne des produits agricoles au centre ville de Lubumbashi sur le budget des ménages des acteurs impliqués. En effet, plusieurs études, notamment celles de [3] et de [5] montrent que pour survivre à Lubumbashi, un ménage moyen fait recours à deux ou trois activités informelles, et le commerce des produits agricoles dans ladite ville est l'une des activités génératrice des revenus. Eu égard à ce qui précède, la présente étude a pour objectifs spécifiques : Identifier les activités économiques et déterminer l'apport de chacune d'elles dans le revenu des ménages ; chiffrer (en CFD) les dépenses mensuelles courantes des ménages et d'identifier la part couverte (financée) par le revenu issu de la commercialisation nocturne des produits agricoles.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU

Lubumbashi, deuxième ville de la RDC est située au sud-est du pays où elle remplit les fonctions du chef-lieu de la province du Haut Katanga dans la nouvelle configuration. Province connue pour la présence de plusieurs gisements miniers de cuivre et de cobalt [9]. Lubumbashi est une ville située à 27°29' de latitude Sud et 11°41' de longitude Est. Cette ville de la République démocratique du Congo (RDC) est à moins de 20 km de la frontière avec la Zambie. Elle jouit d'un climat du type Cw₆ selon la classification de Koppen ; chaud avec hiver sec et été chaud. La température moyenne annuelle est de 20°C, avec des minima de 8°C et des maxima de 32°C. La saison des pluies dure 5 à 6 mois (de Novembre à Mars) [10]. Selon [9], Lubumbashi est actuellement composée de 42 quartiers répartis en 7 communes : Lubumbashi, Kenya, Kampemba, Katuba, Kamalondo, Ruashi et la commune Annexe (figure 1). A Lubumbashi, la fonction commerciale est considérable, elle est représentée dans toutes les communes citées ci-haut. Cependant, il convient de signaler que c'est dans la commune de Lubumbashi et plus précisément au centre-ville que se concentrent les activités commerciales et administratives [11] et [19].

Le nombre de grands marchés et les petits s'élève à 30, mais dans le cadre de cette étude, les vendeurs concernés sont ceux de la commercialisation nocturne au centre ville de Lubumbashi, dans la commune qui porte le même nom.

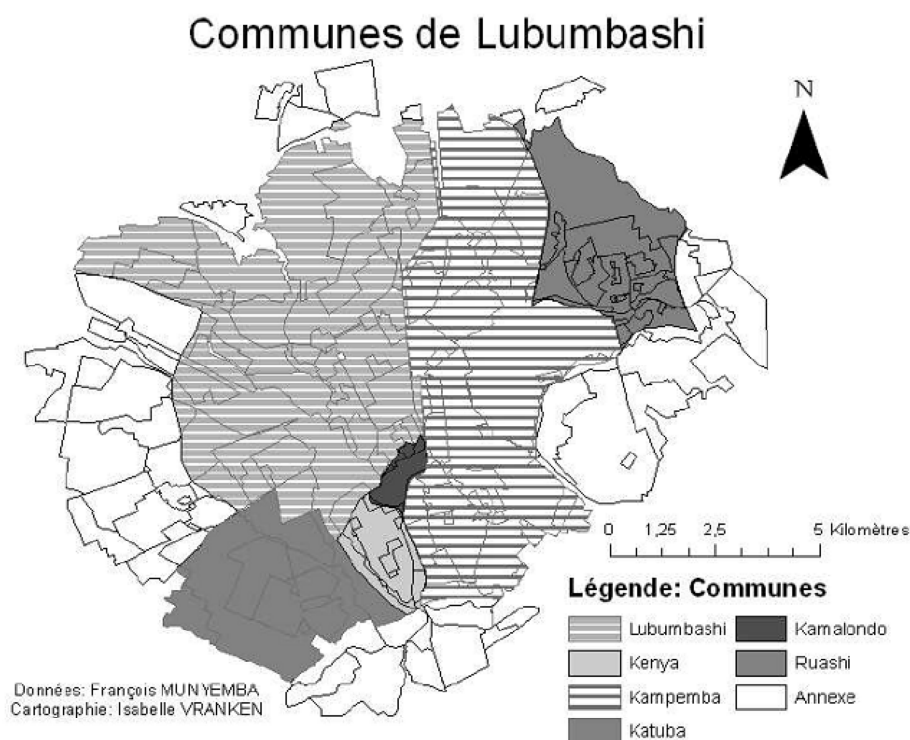


Figure 1 : Subdivision administrative de la ville de Lubumbashi (Vranken, 2010)

2.2 MATERIELS ET METHODES

Cette enquête socio-économique n'est pas la première à s'inscrire dans cette perspective, cependant une première enquête fut réalisée en 1973 par le bureau d'études et d'Aménagement urbain en sigle BEAU. Elle fut suivie de celle menée, douze année après c'est-à-dire en 1985 par l'institut National de statistique (INS 1989). En 2000, l'observatoire de changement urbain (OCU) de l'université de Lubumbashi en a réalisé une autre sur un échantillon de 84 ménages [8], prenant en compte toutes les catégories sociales. Cette étude s'intéresse plus particulièrement à un groupe des vendeurs nocturnes des produits agricoles au Centre-ville de Lubumbashi. Pour ce faire, cette recherche procède par la détermination des dépenses des ménages et leurs sources des financements. Plusieurs raisons justifieraient cette procédure : (1) les acteurs ne déclarent pas facilement leurs revenus, soit par décence, par pudeur, soit encore par gêne ou même certains revenus proviendraient des sources illicites. (2) L'oubli est un autre facteur qui peut biaiser les réponses des enquêtés ; tout ceci fait que bien souvent, les dépenses dépassent les revenus déclarés, sauf peut-être pour les salariés. (3) Les questions relatives aux revenus ménagers touchent aux domaines d'intimité ménagère qu'il est parfois gênant d'exposer en public, d'où il serait difficile d'obtenir des réponses sincères. Ceci traduit la difficulté connu par beaucoup d'études à pouvoir chiffrer avec exactitude le revenu des ménages. Ici, l'impact de la commercialisation nocturne des produits agricoles sur le budget est appréhendé par son rôle et son apport dans la satisfaction des charges courantes du ménage grâce au revenu généré. Sur ce, la méthodologie utilisée est celle adopté par l'observatoire de changement urbain (OCU) lors de l'enquête sur la situation des ménages dans une économie de précarité à Lubumbashi. Cette dernière, consistait à prévoir à côté de la colonne des dépenses, une autre qui précise la source de financement afin d'en déduire les dépenses journalières et mensuelles [5]. L'évaluation de l'impact de la commercialisation nocturne des produits agricoles dans le cadre de cette étude serait justifiée d'une part par sa rentabilité (62,2%) et d'autre part, elle est un moyen de survie de plusieurs ménages à Lubumbashi [19].

Les données utilisées dans cette étude sont issues d'une enquête menée du mois de Septembre à novembre 2015, portant sur 62 acteurs de la commercialisation nocturne des produits agricoles au centre-ville de Lubumbashi à l'intervalle de 17h30' à 22h00' heures locales. Le choix de ces heures serait expliqué par l'absence des agents de l'ordre (une catégorie policière, agent de brigade d'assainissement, service d'environnement). Les données collectées ont été recueillies au moyen

d'un questionnaire à question ouverte et fermée. En outre, une observation participative a permis de percevoir les activités réalisées sur terrain. Ce questionnaire portait sur les paramètres suivants : le sexe, l'âge, l'état civil, taille du ménage, les dépenses journalières et mensuelles, les sources de revenu et les activités économiques des ménages. Après le dépouillement, les données ont été saisies à l'aide du logiciel Excel et les analyses statistiques à l'aide du Langage R version 2.15.0. Les éléments de statistique descriptive tels que le pourcentage, la moyenne, l'écart type, le minimum et le maximum ont servi pour l'interprétation des résultats d'une part et la régression simple a permis de définir la nature de la corrélation entre les variables quantitatives.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques socioéconomiques des enquêtés. Ces caractéristiques portent sur l'âge, le sexe, la taille de ménages, le nombre d'années dans l'activité, niveau d'étude, nombre d'activité économique par ménage, état civil et leurs communes de provenance.

Tableau 1. Profil sociodémographique des vendeurs nocturnes des produits agricoles dans le milieu d'étude

Communes de provenance des acteurs en %									
Katuba	Kenya		Lubumbashi		Ruashi		Kampemba	Annexe	Kamalondo
21	6		6		10		50	2	3
Genre %			Age(années)			Etat civil %			
Hommes	Femmes		Min.	Moyen	Max.	Mariés	Célibataire	Divorcés	Veuve
3	97		17	37±10	54	79	6	5	10
Statut (%)			Taille des ménages			Location maison en %			
Chef de Ménage.	Pas chef .		Min	moy	Max	Locataire		Propriétaire	
16	84		2	7± 3	15	63		37	
Ancienneté dans l'activité			Niveau d'étude en %			Nombre d'activités économiques par ménage			
Min	Moyen	Max	Sansniveau	Primaire	Secondaire	Min		Moy	Max
1	6±4	19	19	26	55	1		2±1	3

Il ressort des résultats du tableau 1 ci-dessus que, 50% des vendeurs nocturnes des produits agricoles au centre ville de Lubumbashi proviennent de la commune de Kampemba, Katuba (21%), Ruashi (10%), Lubumbashi (6%), Kenya (6%), Kamalondo (3%) et 2% de la commune annexe. La forte participation des acteurs provenant de la commune Kampemba est expliquée par plusieurs raisons : premièrement c'est une commune qui se trouve proche de la ville de Lubumbashi, les gens peuvent facilement se déplacer vers le centre ville parfois sans payer le transport. Deuxièmement certains quartiers de cette commune sont habités par les gens démunis (Bongonga, Camps Vangu, Tabac Congo, etc.) et leur proximité à la ville leur permet de pénétrer et transformer les espaces de la ville à un marché des différents produits. Moins de vendeurs viennent de la commune annexe, du fait qu'elle est située loin de la ville et la nuit les véhicules de transport en commun deviennent de plus en plus rares. A ce qui concerne les habitants de Kamalondo, ils sont tournés plus vers la vente de la bière, les grillades appelées couramment *Mitchiopo* à Lubumbashi.

Pour ce qui est du sexe, âge et Etat civil, les femmes sont majoritaires (97%) par rapport aux hommes (3%), cette réalité se vérifie dans l'étude de [13] qui a constaté qu'au Burundi, la femme ne s'arrête pas seulement aux activités champêtres comme ; le labour, le semis, le sarclage, la récolte, le transport, la conservation, la transformation, mais elle est également actrice dans la commercialisation des produits agricoles. Ces résultats sont dans le même ordre que ceux trouvés par [19], où la commercialisation nocturne des produits agricoles au centre ville de Lubumbashi est une activité tenue par les femmes (94,0%).

L'âge moyen des vendeurs était de 37±10 ans, le moins âgé avait 17 ans et le plus vieux avait 54 ans. Sur un effectif de 62 enquêtés, 79% étaient des mariés, 10% veuves, 6% célibataires et 5% divorcés. Ces acteurs vivent dans des foyers où la taille moyenne est de 7 ± 3 individus.

Par ailleurs, 55% des enquêtés ont un niveau d'étude secondaire, suivi de 26% primaire et en fin les sans niveau 19%, ayant une expérience moyenne dans l'activité de 6±4 ans. La majorité de ces acteurs ne sont pas chef de leurs ménages (84% contre 16%), avec en moyenne 2±1 activités comme sources des revenus. Selon [5], cette situation est normale en ce sens

que le Lushois actuel ne peut plus s'assurer grâce à son salaire qui ne prend que 20% de ses revenus, mais bien grâce à toute sorte d'activités informelles qui lui rapportent le principal d'autant plus qu'un ménage moyen vit de 2 à 3 activités informelles. Ces ménages prennent la nourriture en moyenne deux fois par jour, ce résultat s'écarte un peu de l'étude de [5] qui a trouvé que, à Lubumbashi, la plupart des ménages mangent une seule fois par jour, et le régime alimentaire est très tourné vers les légumes. Les feuilles de manioc, amarante (lengalenga), morelle (mutete), oseille (ngaingai), choux de chine, etc. ; constituent les condiments les plus consommés. Ils sont le plus souvent accompagnés de fretins, souvent aussi de poisson salé, fumé ou frais.

Tableau 2 : Apport de sources de revenus dans les revenu mensuels des acteurs(en CDF)

Commerce nocturne			Autres activités du ménage			Revenu total du ménage		
minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	maximum	minimum	moyenne	Maximum
75000	285807	600000	28000	109048	630000	103000	394855	1230000

Taux de change : 920 CDF= 1USD

Le tableau 2 ci-dessus révèle que le commerce nocturne est une source des revenus non négligeable pour les acteurs y impliqués à Lubumbashi. Le revenu mensuel moyen issu du commerce nocturne est estimé à 285807 CDF dépassant largement d'autres sources de revenu de leurs ménages dont la moyenne est de 109048 CDF. Cette situation est justifiée par le fait que la demande alimentaire croissante stimule la commercialisation des produits agricoles et la production horticole locale vendue aux prix rémunérateurs. Pour [17], le commerce des denrées alimentaires est rentable suite à l'accroissement démographique, qui entraîne à son tour une hausse de la demande alimentaire. En plus, les acteurs impliqués dans le commerce nocturne y accordent plus d'attention car cette activité constitue pour 80 % l'activité principale [19]. Ce type de commerce est pratiqué en majorité par les femmes, c'est une activité rentable comme illustre [3] dans son étude sur l'activité agricole familiale dans la ville de Lubumbashi (R.D. Congo).

Tableau 3 : Affectations des revenus (en CDF) aux dépenses mensuelles des ménages et leurs sources de financement

Alimentation			Sources revenu %				Logement			Sources revenu en %				
Min	Moyenne	Max	CN	Sal			Min	Moyenne	Max	CN	Men	Sal	Ai	Au
15000	189274	540000	85	15			10000	29613	80000	27	4	29	6	34
Frais scolaire (personnes en charge)			Sources revenu en %				Transport (membres ménages)			Sources revenu en %				
Min	Moyenne	Max	CN	Sal	Ai	Au	Min	Moyenne	Max	CN	Men	Sal	Au	
8000	64623	198000	44	38	3	15	5000	35500	135000	94	2	1	3	
Habillement			Sources Revenu en %				Soins médicaux			Sources Revenu en %				
Min	Moyenne	Max	CN	Ag	Sal	Ai	Min	Moyenne	Max	CN	Ai	Sal	Autres	
2000	19462	54000	79	5	13	3	1000	22286	50000	63	3	29	5	
Communication			Sources revenu en %				Autres dépenses			Sources revenu en %				
Min	Moyenne	Max	C noct	Sal	Agr		Min	Moyenne	Max	C noctur	Menage		Agriculture	
5000	17667	60000	42	52	6		5500	10000	18000	92	2		6	

Taux de change : 920 CDF = 1USD

Le tableau 3 dévoile que les vendeurs nocturnes des produits agricoles au centre ville de Lubumbashi affectent une part considérable de leurs budgets à l'alimentation (189274 CDF) soit 48, 7 % des dépenses totales du ménage, cette réalité reste logique selon [20] qui approuve que l'alimentation constitue le premier besoin de base de l'humanité et reste l'un des premiers postes de dépense des ménages pauvres. [5] montre également que les dépenses des ménages Lushois couvrent les postes suivants : l'alimentation en première position, le logement, la santé, la communication, l'instruction, etc. De toutes ces dépenses, celles liées à l'alimentation sont les plus budgétivores et constituent 52% de l'ensemble des dépenses, viennent ensuite en ordre décroissant celles dues au logement (14%), à l'instruction (13%), à la communication (8%), à la santé (6%), aux loisirs (6%) et activité religieuse (1%). Cependant, dans le cadre de cette étude, les revenus issus du commerce nocturne (CN) finance le poste alimentation à 85% contre 15% le salaire(Sal) du conjoint(e). Cette situation corrobore les propos de [18], qui affirment que les ménages pauvres (ceux dont la consommation est moins de 1,25 dollar

par jour par personne) accordent une grande part (70%) de leur revenu pour l'alimentation. En effet, le montant de (189274 CFD) réservé à l'alimentation, bien que deux fois supérieur à celui trouvé par [14] dans la cité de Kipushi où la consommation journalière en terme monétaire varie entre 0,47 et 0,63 USD, et cette situation est expliquée par le fait que la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont plus accentuées en milieu rural qu'en milieu urbain. En ce qui concerne cette étude, la consommation journalière individuelle est aussi inférieure à un dollar Américain, soit 0,97 USD. Cet écart serait expliqué par le nombre et la qualité de repas que ces ménages prennent par jour, et ensuite, la majorité de la population de Kipushi sont pauvres et vivent de l'agriculteur. [15] affirme que les agriculteurs du Katanga ont un revenu annuel faible estimé à 220 dollars. Et le prix des denrées alimentaires est élevé à Lubumbashi qu'à Kipushi où c'est plus l'autoconsommation des produits issus directement de leurs champs. Par contre, pour [16], dans la ville de Kinshasa, en moyenne 64,5% de son échantillon, dépensaient moins de 0,5 dollar par jour par personne, 27,5% de ménages dépensaient entre 0,5 et 1 dollar américain. S'agissant d'autres dépenses ménagères comme : logement, instruction des enfants, transports, habillement, soins médicaux, communication et autres dépenses (accessoires), le commerce nocturne finance ces postes des dépenses respectivement à 27%, 44%, 94%, 79%, 63%, 42%, et 92% ; donc, pour couvrir ce déficit budgétaire, les ménages des acteurs font recours aux activités ci-après : Agriculture (Ag), travaux ménagers (Men), salaire du conjoint(e) (sal), aide des tierces personnes(Ai), autres activités : la débrouille, etc. (Au). Par rapport à l'ensemble des dépenses courantes ciblées dans cette étude, appartient l'alimentation (48,7 %), ces ménages consacrent respectivement 7, 6 % au logement, 16,6 % au frais scolaires, 9,1 % au transport membres de la famille, 5 % à l'habillement, 5,7 % pour les soins médicaux, 4,5 % à la communication et 2, 6 % aux autres dépenses. Ceci est presque dans le même ordre des résultats de [5] qui ont révélé que les Lushois mettent beaucoup d'importance dans l'instruction des enfants. D'ailleurs, la part du revenu des ménages affectée à l'instruction occupe une place importante après l'alimentation.

Une des particularités des femmes impliquées dans le commerce nocturne des produits agricoles à Lubumbashi est leur organisation et leur stratégie d'épargne (tontine) à court terme. En effet, ces femmes se regroupent en nombre variable selon leurs affinités et décident une mise en commun d'argent et la somme réalisée peut être rapportée à chacune de membres selon un temps convenu. C'est l'épargne par tontine désignée couramment à Lubumbashi par "Kikurimba". Le montant mensuel moyen épargné est de ±58 667 CDF. Les enquêtés affirment que cette forme d'épargne renforce leur solidarité et l'entraide pour s'adapter au contexte socioéconomique actuel de Lubumbashi.

Comme il est dit ci-haut, le revenu issu du commerce nocturne contribue à la santé financière des ménages des acteurs. L'analyse des figures 3 et 4 ci-dessous mettent en évidence de quoi est fonction le revenu total mensuel moyen des acteurs de la commercialisation nocturne des produits agricole au centre-ville de Lubumbashi.

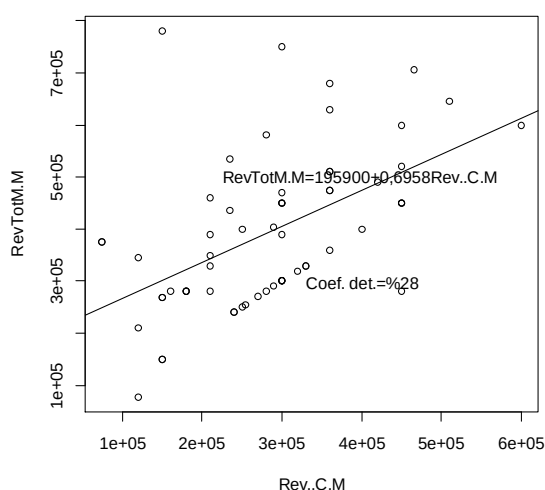


Figure 3. Corrélation positive entre le revenu total et commerce nocturne

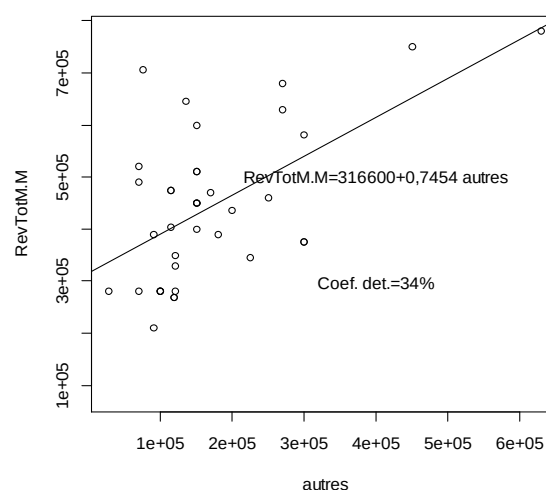


Figure 4. Corrélation positive entre le revenu total et autres activités

A travers les graphiques (3 et 4) ci-haut, il ressort que le revenu total mensuel moyen des ménages est fonction du commerce nocturne (figure 3) et des autres activités économiques des ménages (salaires des chefs des ménages, Agricultures, travaux ménagers, aides, etc.) (fig.4). Il existe une corrélation positive entre le revenu total mensuel moyen des ménages et le commerce nocturne d'une part et le revenu total mensuel moyen des ménages et les autres activités économiques des ménages d'autres part. Ainsi la variation de revenu total mensuel moyen des ménages est expliquée à 28 % par le revenu issu du commerce nocturne (fig.3) et à 34% par le revenu provenant des autres activités économiques des ménages (Fig. 4). Si les autres activités semblent influencer plus le revenu du ménage, c'est simplement par le fait qu'elles sont diversifiées et d'une part les salaires restent presque stables pour ceux dont les conjoints travaillent dans le secteur formel. Pour le commerce nocturne, le revenu peut fluctuer en ce sens que les produits agricoles sont sujets à une fluctuation de prix. En effet, la fluctuation de prix peut avoir une incidence soit positive ou négative sur le revenu des vendeurs de produits agricoles.

4 CONCLUSION

La crise multidimensionnelle observée ces derniers temps dans la ville de Lubumbashi a ébranlé négativement les ménages. Ces derniers sont contraints à actualiser ou à développer diverses stratégies de survie. Il est désormais prouvé qu'un Lushois actuel ne peut plus uniquement compter sur son salaire qui ne prend que 20% de ses revenus, mais bien grâce à toutes sortes d'activités informelles qui lui rapportent plus. L'une de ces activités développée par certains est le commerce nocturne des produits agricoles. Les résultats de ce travail montrent que le revenu du commerce nocturne de produits agricoles a un impact positif sur le revenu total des ménages des acteurs enquêtés. La part considérable du commerce nocturne dans la couverture des dépenses principales de leurs ménages (alimentation, logement, instruction, communication, transport et autres) reste importante, surtout dans le contexte socio-économique actuel de la ville. Les prochaines études sont nécessairement envisageables pour déterminer lesquels des produits agricoles commercialisés dans ce type de marché sont plus rentables.

REFERENCES

- [1] Mushagalusa Balasha Arsène, Birindwa Vumba Patient, Byamungu Barhasima Frederic, Kirongozi Swedi, and Mujinga Kaoma Modeste, « commercialisation des choux à Lubumbashi : Acteurs, rentabilité et contraintes », International journal of Innovation and Applied Studies, Vol.15, n°.1, pp 96-101, 2015.
- [2] Tshomba Kalumba John, Nyemba Mugalu Leopold, Ntumba Ndaye François, Mushagalusa Balasha Arsene, Muyambo Emmanuel, and Nkulu Mwine Fyama Jules, « le maraîchage et ses fonctions dans le contexte socioéconomique de Lubumbashi en R. D. Congo », international journal of innovation and applied studies, Vol. 11 NO. 2, pp. 291-302, 2015.
- [3] H. Kalenga, N. Moula, J-C.Kashala, S. Vandemput : Activité agricole familial dans la ville de Lubumbashi (R.D. Congo), 2nd scientific Meeting of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Belgium, November 19, 2012.
- [4] Grégoire Kankwanda, Timothée Makabu Ma Nkenda, François Roubaud, Constance Torelli, Jean-Michel Wachsberger et Björn Nilsson, « Le marché du travail en République Démocratique du Congo en 2012 : principaux résultats de la phase 1 de l'enquête 1-2-3 », UMR 225 IRD – Paris – Dauphine, 59p, 2012.
- [5] PIERRE petit (éd), Lubumbashi : La situation des ménages dans une économie de précarité, Rapport de recherche effectuées durant la première session des travaux de l'observation de changement urbain en juin-octobre 2000, université de Lubumbashi, pp41-45-196, 2001.
- [6] P.B. MPANZU, Commercialisation des produits vivriers paysans dans le Bas-Congo (R.D.Congo) : contraintes et stratégies des acteurs, dissertation originale, Gembloux Agro-Bio Tech, pp.229, 2012
- [7] Jean-Marie Kalau Mutej. Etude des déterminants socio-familiaux associés aux comportements sexuels à risque des adolescents de Lubumbashi : une contribution à la théorie socio-psychologique de la santé, santé publique et épidémiologie, université de Lubumbashi, pp.160, 2013
- [8] Marcel Remon et César Nkuku, « Enquête socio-économique des ménages à Lubumbashi », DOI : 10.4000/civilisations.360, Université Libre de Bruxelles, 13p, 2002.
- [9] C, Nkuku, M. Rémon, stratégies de survie à Lubumbashi (RD Congo). Enquête sur 14000 ménages urbains, Archive Congolaise, l'Harmattan, Paris, pp 130, 2006.
- [10] Kasanda Mukendi Nathan, Mushagalusa Balasha Arsene, Kitsali Jean Helene, NkuluMwineFyama Jules, and Jan Bogaert. Maraîchage périurbain à Lubumbashi: modes d'accès à la terre et gestion des superficies agricoles, international journal of innovation and Applied Studies, Vol. 14 N° 1Jan. 2016, PP. 27-36, Lubumbashi, 2016.

- [11] M. kamena K., K.K. kilunda et S. Mutete, *Approches de la criminalité dans la ville de Lubumbashi, observatoires du changement Urbain*, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RDC, 168p, 2004
- [12] I. Vranken, *pollution et contamination des sols aux métaux lourds dues à l'industrie métallurgique à Lubumbashi : empreinte écologique, impact paysager, pistes de gestion*, Travail de fin d'étude. Université Libre de Bruxelles. Pp 118, 2010.
- [13] Adelaïde Niyonkuru, *Femme-agronomie-développement : le cas du Burundi*, Tropicultura, N° 24, pp 253-256, 2009.
- [14] Mushagalusa Balasha Arsène, Tshomba Kalumbu John, Assani Bin Lukangila Mick, and Nkulu Mwene Fyama Jules, *Insécurité alimentaire dans les ménages agricoles de Kipushi (R.D. Congo) : une appréhension en termes de dépenses monétaires*, International Journal of Innovation and applied Studies, Vol. 10 N°. 4 Mar. 2015, pp. 1144-1149, Lubumbashi, 2015.
- [15] M. F. Nkulu Jules, *Dynamique agraire des exploitations agricoles familiales dans l'hinterland minier du Katanga et perspectives pour une politique d'appui*. Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, RDC, 2p, 2010.
- [16] PAM, République Démocratique du Congo : *profil des marchés pour les évolutions d'urgence de la sécurité alimentaire*, 27p, 2006.
- [17] Mushagalusa Balasha Arsène, Kyungu Nyembo Manix, Kabala Kazadi Laurent, and Mujinga, *profil social du chef de ménage et variabilité des revenus en milieu rural au Katanga : cas de trois villages du territoire de Kipushi, RD Congo*, International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 16 N° 2, pp5, Lubumbashi, 2015.
- [18] Z. Bouzidi S. El Nour W. Moumen, *le travail des femmes dans le secteur agricole : entre précarité et empowerment Cas de trois régions en Egypte, au Maroc et en Tunisie*, The population Council. Pp. 21, 2011.
- [19] Kesonga Nsele Maurice, Kirongozi Swedi, Tshomba Kalumbu John, Kilemba Mukangala Benjamin, Nkulu Masengo Luciens, and Nkulu Fyama Jules, *commercialisation nocturne des produits agricoles au centre ville de Lubumbashi : Acteurs, rentabilité, contraintes et Perspectives*, International Journal of Innovation and Applied Studies, Lubumbashi, Vol. 14 N° 4, pp 2-6, Lubumbashi, 2016.
- [20] Duqueste, D. Muteba et Ph. Lebailly, *Les enjeux de la sécurité alimentaire en RD Congo : approche par l'analyse de la consommation des ménages kinois*. Strasbourg, 2,3 et juin, 2010.

Contamination par *Bacillus cereus* de l'*attiéké* produit dans le secteur informel au sud de la Côte d'Ivoire et gestion du risque par le réchauffage hydrothermique

[Contamination with *Bacillus cereus* of *attiéké* produced in the informal sector in the south of Côte d'Ivoire and risk management by the hydrothermal reheating]

Bassa Antoine YOBOUET^{1,2}, Adjéhi DADIÉ¹, Sylvain Gnamien TRAORÉ^{2,3}, Koffi Marcellin DJÈ¹, and Bassirou BONFOH²

¹Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Technologies des Aliments,
Université Nangui Abrogoua, Laboratoire de Biotechnologie et de Microbiologie Alimentaire (LBMA), 02 BP 801 Abidjan 02,
Côte d'Ivoire

²Direction Recherche et Développement,
Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire,
01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

³Université Péléforo Gon Coulibaly, BPV 151 Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 aimed to reduce the risk of consumption of *attiéké* contaminated with *B. cereus* at doses higher than the acceptable limits. In total, 16 samples of *attiéké* freshly prepared and 306 samples of *attiéké* sold on the market were collected and analyzed according to the standard EN ISO 7932: 2004 with slight modification. The presumptive *B. cereus* isolates were identified by polymerization chain reaction (PCR). In addition, the resistance of *B. cereus* group spores to hydrothermal reheating of *attiéké* was evaluated. The results showed that *B. cereus* group was found in 25.2% of *attiéké* on sale and an average load of vegetative cells and spores were 2.4 ± 1.1 log (CFU/g) and 2.3 ± 1.1 log (CFU/g) respectively. *B. thuringiensis* (56%) and *B. cereus sensu stricto* (44%) were identified species. The hydrothermal reheating of *attiéké* by steam at 90°C for at least 15 min reduced *B. cereus* spores count from 4.2 log (CFU/g) in *attiéké* into 1.8 ± 1.0 log (CFU/g). An average time to reduce the initial concentration of one logarithm was 8.5 ± 1.9 min ($D_{90^\circ\text{C}} = 8.5 \pm 1.9$ min). The maximum time limit of consumption of *attiéké* reheated by steam at 90°C was 18 hours. Therefore, it is recommended to reheat *attiéké* by steam for at least 15 min at 90°C before any consumption, if good hygiene practices cannot guarantee his safety.

KEYWORDS: Contamination, *Attiéké*, *Bacillus cereus*, Hydrothermal reheating, Côte d'Ivoire.

RESUME: L'objectif de cette étude était de contribuer à la réduction du risque de consommation d'*attiéké* contaminé par *Bacillus cereus* à des doses supérieures aux limites acceptables. Au total, 16 échantillons d'*attiéké* fraîchement préparé et 306 échantillons d'*attiéké* en vente sur le marché ont été collectés et analysés selon la norme EN ISO 7932 : 2004. Les isolats présomptifs de *B. cereus* ont été identifiés par réaction de polymérisation en chaîne (PCR). Enfin, la résistance des spores du groupe *B. cereus* au réchauffage hydrothermique de l'*attiéké* a été évaluée. Les résultats ont montré que le groupe *B. cereus* a été isolé dans 25,2 % de l'*attiéké* en vente avec une charge moyenne en cellules végétatives de $2,4 \pm 1,1$ log (UFC/g) et en spores de $2,3 \pm 1,1$ log (UFC/g). *B. thuringiensis* (56 %) et *B. cereus sensu stricto* (44 %) ont été les espèces identifiées. Le réchauffage hydrothermique de l'*attiéké* à une température supérieure ou égale à 90 °C pendant 15 min a réduit la concentration en spores de *B. cereus* dans l'*attiéké*, de 4,2 à $1,8 \pm 1,0$ log (UFC/g). Le temps de réduction décimale a été de $8,5 \pm 1,9$ min ($D_{90^\circ\text{C}} = 8,5 \pm 1,9$ min). Le délai limite maximal de consommation de l'*attiéké* réchauffé à 90 °C était de 18 h. Il

est recommandé de réchauffer l'attiéké à la vapeur d'eau au moins 15 min à 90 °C avant toute consommation, si les bonnes pratiques d'hygiène ne peuvent pas garantir sa sécurité.

MOTS-CLEFS: Contamination, Attiéké, *Bacillus cereus*, réchauffage hydrothermique, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'attiéké, est une semoule de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) fermenté, partiellement déshydratée, cuite à la vapeur d'eau et d'apparence agglomérée [1], [2]. Cet aliment est obtenu à partir de la pâte de racines fraîches de manioc selon les opérations unitaires d'épluchage, concassage ou découpage, lavage à l'eau, râpage ou broyage, fermentation, essorage, émottage, semoulage, pré-séchage, tamisage, vannage et cuisson à la vapeur d'eau [2]. C'est un aliment typiquement ivoirien, dont la consommation locale annuelle est estimée à plus de 450 000 tonnes [3], [4]. À l'origine, l'attiéké a longtemps été produit pour l'autoconsommation familiale, avant que l'évolution de cette production n'atteigne le niveau semi-industriel qui la caractérise actuellement. Les Adjoukrou, Alladjan et Ebrié sont les trois groupes ethniques du sud de la Côte d'Ivoire, considérés comme les plus gros producteurs et consommateurs [3], [5]. Mais de plus en plus, la production et la consommation de l'attiéké se sont répandues sur tout le territoire ivoirien et dans la sous-région africaine, avec les migrations des populations [6], [7]. À Abidjan, plus de 34 % des ménages consomment l'attiéké au moins une fois par jour avec du poisson ou de la viande [8], [9]. Par ailleurs, avec son coût jugé à la portée de toutes les bourses, l'attiéké est devenu l'un des aliments les plus consommés dans plusieurs pays africains où l'urbanisation rapide et les difficultés économiques ont favorisé l'augmentation du nombre de consommateurs [4], [6], [10].

L'attiéké est aussi exporté en Europe, en Amérique et en Asie par le biais de la diaspora noire africaine où il serait prisé et acheté à fort prix, [11], [12], [13]. La production et la commercialisation de l'attiéké constituent une source importante de revenus pour les acteurs de la filière manioc. Le commerce d'attiéké génère environ 20 à 70 milliards de francs CFA par an [4], [14] et procure aux femmes, actrices principales, une indépendance financière leur permettant de se prendre aisément en charge.

La microflore du ferment utilisé dans la préparation de l'attiéké est dominée par les espèces de *Bacillus* spp, qui contribuent à la détoxification du manioc, au ramollissement de la pâte de manioc au cours de la fermentation et à l'amélioration du goût et de la texture de l'attiéké [7], [15], [16]. Cependant, en tenant compte de certaines propriétés de la bactérie, de la non-conformité de quelques opérations de traitement de la denrée et des caractéristiques de l'environnement de production, l'attiéké peut être considéré comme un réservoir de microorganismes pathogènes pour l'homme, y compris les espèces du groupe *Bacillus cereus*. En effet, certains clones de *B. cereus* connus pour être particulièrement virulents, peuvent résister à la cuisson à la vapeur de la semoule, par leurs spores thermorésistantes et se retrouver dans le produit fini. De plus, l'attiéké se vend à l'état frais, prêt à consommer, dans un emballage ne garantissant pas une sécurité microbiologique. Le produit est conditionné soit en petites portions emballées dans des sachets plastiques non alimentaires, soit dans des récipients (cuvettes) tapissés de film plastique ou dans des paniers en raphia recouverts de feuilles de *Thaumatococcus daniellii* appelées localement "feuilles d'attiéké" [6], [14]. De plus, les mauvaises conditions de stockage et les fréquentes manipulations post-cuissons au cours de la commercialisation peuvent favoriser la contamination de l'attiéké à un niveau de charges dépassant les limites de salubrité acceptables.

Un autre facteur, favorisant une rapide dégradation, un difficile contrôle de la qualité et par conséquent le risque d'insécurité pour le consommateur, est le caractère informel des activités de la chaîne de production de l'attiéké [6], [17]. Ainsi, la production et la commercialisation de l'attiéké se font-elles essentiellement dans le secteur informel et par des petits producteurs. Cette situation est amplifiée par les conditions climatiques variées, avec la chaleur et l'humidité ambiante qui ne favorisent pas parfois la conservation adéquate du produit [18]. La conséquence, est le risque élevé de contamination microbienne, tel que rapportés par [13] et [19], qui ont révélé la présence de coliformes totaux et fécaux, de *Staphylococcus aureus* et de flore fongique de type *Fusarium* spp, dans l'attiéké vendu à Abidjan. À ce jour, les données d'exposition à *Bacillus cereus* des consommateurs d'attiéké en Côte d'Ivoire ne sont pas disponibles. Dans ce contexte, cette étude a pour objectif de contribuer à la réduction du risque de consommation d'attiéké contaminé par *Bacillus cereus* à des doses supérieures aux limites acceptables.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITES D'ÉTUDE

L'étude est de type transversal et a été réalisée sur des sites du circuit de production, de distribution et de commercialisation de l'*attiéké*, dans la ville d'Abidjan. Abidjan est la capitale économique de la Côte d'Ivoire et situé au bord de la lagune Ebrié, au sud de la Côte d'Ivoire (**figure 1**). La justification du choix de cette ville est que c'est l'une des zones d'origine, de forte production et consommation de l'*attiéké*. La production quotidienne artisanale d'*attiéké* fraîchement préparé atteint plus de 100 tonnes pour la filière artisanale [10]. Dans le cadre de cette étude, une enquête de prospection a été effectuée en Janvier 2010 à Abidjan, dans les dix communes de la ville. L'enquête a permis de sélectionner cinq communes en fonction de l'importance des circuits de production et de commercialisation d'*attiéké* qu'elles abritent. Il s'agissait de Yopougon, Abobo, Treichville, Marcory et Attécoubé. Dans ces communes, quatre sites de production artisanale de l'*attiéké* ont été sélectionnés. Ce sont Avocatier dans la commune d'Abobo, Anoumambo dans la commune de Marcory, Abobodoumé dans la commune d'Attécoubé et Azito dans la commune de Yopougon. Sur chaque site de production, quatre productrices d'*attiéké* ont été choisies. Au total, 16 productrices d'*attiéké* ont été incluses dans l'étude sur la base de leur consentement. Trois marchés de distribution et de vente en gros et demi-gros de l'*attiéké*, notamment le marché de Siporex à Yopougon, le marché d'Abobo gare à Abobo et le marché de la gare lagunaire à Treichville ont été sélectionnés (**figure 1**). Enfin, cinq quartiers ont été choisis au hasard pour le prélèvement d'échantillons d'*attiéké* vendu au détail aux abords des rues et devant les "maquis". Il s'agissait d'Avocatier et d'Aboboté à Abobo, d'Abobodoumé à Attécoubé, d'Anoumambo à Marcory et de Niangon sud à gauche à Yopougon (gare d'Azito).

2.2 DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DU CIRCUIT DE PRODUCTION À LA COMMERCIALISATION DE L'ATTIEKE

L'identification du circuit de production, de distribution et de vente de l'*attiéké* à Abidjan s'est faite à travers une enquête de prospection sur le terrain. L'enquête a consisté en une observation directe des sites et circuits de production, distribution et de vente de l'*attiéké*, pour identifier les pratiques à risques et évaluer le niveau de salubrité. L'opération a été réalisée à l'aide d'une grille d'observations préalablement élaborée.

2.3 COLLECTION DES ÉCHANTILLONS D'ATTIÉKÉ

Au total, 16 échantillons de 500 g d'*attiéké* fraîchement préparé et 306 échantillons de 500 g d'*attiéké* en vente conditionnés dans un sachet plastique non alimentaire (**figure 2**), de masse variant de 174 à 1368 g, ont été collectés sur les différents marchés ou dans les quartiers proches des zones de production et transportés au laboratoire de microbiologie du Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire et analysés dans l'heure. Les échantillons d'*attiéké* prélevés sur les marchés étaient constitués de 153 échantillons d'*attiéké* en vente un à deux jours après production et de 153 échantillons d'*attiéké* de trois à cinq jours de vente.

2.4 ISOLEMENT ET IDENTIFICATION PRESOMPTIVE DE *BACILLUS CEREUS*

Un échantillon d'analyse de 10 g d'*attiéké* a été introduit dans 90 mL d'eau peptonée 0,1 % (Oxoid LTD, Angleterre) dans un sachet Stomacher et le mélange a été broyé pendant 1 min au Stomacher (Colworth 400, Angleterre). À partir de la suspension obtenue, des dilutions décimales successives ont été effectuées selon la norme NF V 08-010 [20]. Pour le dénombrement de spores du groupe *B. cereus*, 15 mL de la suspension ont été prélevés dans un tube et chauffés sous agitation, dans un bain-marie (Precistern, Selecta, Lyon, France) pendant 10 min à 80 °C. À partir de la suspension mère, des dilutions décimales et de la suspension ayant fait l'objet du traitement thermique, une culture a été effectuée sur gélose Mossel (Merck, Allemagne) pour le dénombrement présomptif de cellules végétatives et des spores de *B. cereus* et selon la norme NF EN ISO 7932 [21]. L'estimation de la charge moyenne en *Bacillus cereus* des échantillons a été réalisée en se servant des données du dénombrement et par calcul selon la norme ISO 7218 [22].

2.5 IDENTIFICATION PAR REACTION DE POLYMERISATION EN CHAÎNE

2.5.1 EXTRACTION DE L'ADN GÉNOMIQUE

Au total, 90 isolats présomptifs du groupe *B. cereus* ont été utilisés. L'ADN génomique a été extrait par lyse thermique selon la méthode décrite par [23] avec une légère modification. Selon la taille des colonies sur la gélose PCA (Merck, Allemagne), 3 à 5 colonies bien isolées ont été prélevées et triturées dans 0,2 mL de tampon Tris-EDTA (50 mM Tris-HCl à pH

8, 1 mM EDTA, 0,5 % SDS et 200 µg/mL de protéinase K) dans les microtubes de 1,5 mL (Eppendorf, France). Le mélange a été mixé puis incubé à 55 °C pendant 3 heures dans un bain-marie sous agitation (Thermomixer, Eppendorf). Après l'inactivation thermique de la protéinase K (Applichem, Germany) à 95 °C pendant 10 min, les tubes ont été refroidis à 4 °C sur de la glace pendant 5 min puis centrifugés à 20'000 g à 4 °C pendant 10 min. Le surnageant contenant l'ADN a été recueilli dans un cryotube stérile, conservé à -20 °C et a été utilisé comme matrice d'ADN pour les réactions de polymérisation en chaîne (PCR).

2.5.2 PREPARATION DU MELANGE REACTIONNEL ET AMPLIFICATION DES GENES

Le mélange réactionnel a été préparé comme décrit précédemment par [24], et [25] avec une légère modification. Le mélange réactionnel de 25 µL était composé d'eau Milli-Q stérile, de 2 % de Tween 20 (Sigma, Suisse), de 12,5 µL de PCR Master Mix 2X (Fermentas, Suisse), de 1 µM de chaque amorce (Microsynth, Balgach, Suisse) et de 1 µL de la matrice d'ADN. Les PCRs multiplex ont été réalisées avec un mélange réactionnel de 30 µL constitué de 15 µL de PCR Master Mix 2X, de 5 µL de matrice d'ADN et des autres réactifs susmentionnés. Un témoin négatif contenant 1 µL d'eau Milli-Q stérile à la place de matrice d'ADN et l'ADN des souches de référence utilisées pour le contrôle positif ont été inclus dans chaque réaction PCR.

2.5.3 AMPLIFICATION DES GENES *16S ADNr*, *MOTB* ET *GYRB*

L'amplification du gène *16S ADNr* des isolats étudiés a été effectuée à l'aide du couple d'amorces bak4 et bak11 (tableau 1) pour confirmer l'absence de composés inhibiteurs de la PCR. Elle a été réalisée selon la méthode décrite par [26].

La détermination du groupe *Bacillus cereus* s'est effectuée par amplification d'un fragment spécifique du gène flagellaire *motB*, caractéristique du groupe. L'amplification du gène *motB* s'est effectuée à l'aide du couple d'amorces BCfomp1 et BCRomp1 selon la méthode décrite par [25].

L'ADN de chaque échantillon positif à l'amplification de la région spécifique de gène *motB* a été utilisé pour distinguer *B. anthracis*, *B. thuringiensis*, *B. cereus sensu stricto* et *B. mycoides* par PCR multiplex selon la méthode décrite par [27]. Tous les programmes d'amplification et la séquence nucléotidique des amorces utilisées sont décrits dans le tableau 1. Toutes les réactions d'amplification ont été réalisées dans un thermocycleur de type T3000 Thermocycler, Block type standard 3a, (Biometra, Allemagne).

Les produits d'amplification des gènes *16S ADNr* et *motB* ont été révélés sur un gel d'agarose de 1,5 % pendant 1 h 30 min à 90 V tandis que ceux du gène *gyrB* ont été révélés sur un gel d'agarose de 2,5% pendant 25 min à 100 V. Un volume de 5 µL d'un marqueur de poids moléculaire (TriDye™, 100 pb DNA Ladder, Biolabs) a été inclus dans tous les gels pour estimer la taille des bandes d'ADN. Les gels ont été colorés dans un tampon TAE 1X contenant 2,5 mg/L d'une solution de bromure d'éthidium puis lavés à l'eau distillée, visualisés par illumination sur une plaque UV d'un dispositif d'éclairage et photographiés (Molecular Imager Gel Doc™ XR+, Bio-Rad).

2.6 GESTION DU RISQUE DE CONSOMMATION D'ATTIEKE CONTAMINE PAR *BACILLUS CEREUS* PAR RECHAUFFAGE HYDROTHERMIQUE

2.6.1 DETERMINATION DE LA TEMPERATURE DE RECHAUFFAGE DE L'ATTIEKE

La température de réchauffage de l'attiéké a été déterminée par le réchauffage à la vapeur d'eau de 150 g, de 300 g et de 450 g d'attiéké dans un couscoussier sur une cuisinière à gaz pendant 20 min. Le dispositif utilisé était constitué d'une marmite surmontée d'une casserole en aluminium perforée. La température de l'attiéké réchauffé au cœur du couscoussier a été déterminée, par intervalle de 5 min, à l'aide d'un thermomètre à alcool (Total IMM, VWR, Paris, France). La température maximale atteinte a été utilisée comme température de réchauffage de l'attiéké pour déterminer le taux de survivants du groupe *B. cereus* au réchauffage hydrothermique. Dans cette étude, le pH a été considéré comme constant et égal au pH moyen de l'attiéké.

2.6.2 ÉTUDE DE LA SURVIE DES SPORES DU GROUPE *BACILLUS CEREUS* AU RECHAUFFAGE DE L'ATTIEKE

La distribution du groupe *B. cereus* dans un échantillon d'attiéké a été considérée comme homogène. Ainsi, pour déterminer la courbe de survie ou la cinétique de destruction microbienne, 5 échantillons d'attiéké de 600 g chacun et contaminés par les spores du groupe *B. cereus* à des charges de 4,2 log (UFC/g) ont été utilisés. Chaque échantillon a été réparti en quatre portions de 150 g d'attiéké chacune. Chaque portion a été réchauffée à la vapeur d'eau à 90 °C

(température maximale de réchauffage sus déterminée), dans un couscoussier sur une cuisinière à gaz pendant 20 min. À des intervalles de 5 min, une portion de 10 g d'*attiéké* réchauffé a été prélevée du couscoussier puis broyée dans 90 mL d'eau peptonée 0,1 %. Après broyage au Stomacher, une série de dilutions décimales jusqu'à 10^{-3} a été réalisée. Un volume d'un mL de la solution mère et de chaque dilution décimale a été ensemencé pour le dénombrement des spores survivantes du groupe *B. cereus* sur gélose Mossel (Merck, Allemagne). Les boîtes ensemencées en double ont été incubées à 30 °C pendant 72 h. Le temps de régénération a été noté et le taux de survivants ou le taux de survie a été calculé comme étant le nombre d'unité formant colonie (UFC) survivant au réchauffage hydrothermique au temps t rapporté au nombre initial de bactérie au temps t_0 .

La cinétique de destruction microbienne ou la courbe $\log N$ (UFC/g) a été tracée en fonction du temps de réchauffage en minute. Le temps de réduction décimale (D-valeur) ou le temps nécessaire pour diminuer d'un logarithme décimal (ou diviser par 10) la concentration initiale en bactéries du groupe *B. cereus* à la température létale constante de 90 °C a été calculée à partir de l'inverse de la pente négative de chaque essai, en utilisant la partie linéaire de la courbe des survivants, en $\log$ (UFC)/g en fonction du temps en minutes, tracée sur une échelle semi-logarithmique. Ainsi, l'équation de [28] a été utilisée pour déterminer la valeur de D (**Formule 1**).

$$\log N = \log N_0 - \frac{t}{D} \quad \text{Formule 1 [28]}$$

Avec t le temps de réchauffage hydrothermique, N le nombre de bactérie du groupe *B. cereus* au temps t , N_0 la concentration initiale en groupe *B. cereus* et D le temps de réduction décimale (D-valeur) ou le temps nécessaire pour diminuer d'un logarithme décimal (ou diviser par 10) la concentration initiale en spore du groupe *B. cereus* à la température létale constante de 90 °C.

Le temps de génération ou temps de dédoublement de la population du groupe *B. cereus*, après le réchauffage, a été déduit de la formule de [29] en tenant compte du principe de scissiparité des bactéries. Ainsi, le temps de génération a été calculé à partir de la **formule 2** suivante :

$$d = \frac{t \times \log(2)}{\log N_t - \log N_0} \quad \text{Formule 2}$$

Avec d le temps de génération ou temps de dédoublement de la population, t le temps d'incubation, N_0 est la concentration initiale en spore du groupe *B. cereus*, N_t le nombre de spores du groupe *B. cereus* au temps t .

2.7 ANALYSE STATISTIQUE

Les données ont été saisies avec le logiciel de traitement de données IBM SPSS Statistics 20.0 (IBM Corporation, SPSS Inc, Chicago, USA) et transférés sur Excel. Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel XLSTAT 2014.1. Les méthodes statistiques descriptives (Fréquence, moyenne, écart-type) ont été utilisées pour les variables quantitatives. Les moyennes géométriques ont été utilisées pour le calcul des dénombrements. Les dénombrements ont été transformés en logarithme à base 10 ($\log_{10}$), dans le but de normaliser les distributions. *B. cereus* étant reconnu comme un pathogène du groupe de risque 2, la formulation de l'interprétation des dénombrements a été basée sur celle d'un plan à 3 classes avec $m = 1,7 \log$ (UFC/g), $M = 2,7 \log$ (UFC/g) et Dose infectieuse = $5 \log$ (UFC/g) [2], [30], [31].

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES DES CIRCUITS DE PRODUCTION, DE DISTRIBUTION ET DE VENTE DE L'ATTIEKE

L'*attiéké* est vendu sur les marchés informels à Abidjan et sa commercialisation se fait suivant deux principales voies (**figure 3**). D'une part et en dehors de rares productrices qui écoulaient leur produit sur les marchés de gros et demi-gros, l'*attiéké* produit à Abidjan et Banlieues est essentiellement vendu sur les marchés des quartiers directement aux détaillants (Voie 1). D'autre part, l'*attiéké* produit dans les localités de l'intérieur du pays est convoyé dans les marchés de gros ou demi-gros de Siporex (Yopougon), d'Abobo gare et de Ciné cool (Abobo) et de la gare lagunaire à Treichville (Voie 2).

L'attiéké était conditionné dans des paniers de fortune en raphia, tapissés soit de film plastique recouverts de feuilles de *Thaumatococcus daniellii* appelées "feuilles d'attiéké". L'autre mode de conditionnement était caractérisé par de l'attiéké emballé dans des sacs ou sachets plastiques non alimentaires de 25 à 50 kg (bal d'attiéké). Le transport de l'attiéké se faisait par des cars ou minicars de transport en commun. L'activité de production, de distribution et de vente de l'attiéké à Abidjan était exercée par les femmes. Dans les grands marchés, les femmes étaient le plus souvent regroupées en association. La vente d'attiéké se faisait en gros, en demi-gros ou au détail. Cette voie (voie 2) de distribution et de vente informelle d'attiéké véhicule environ 60 à 70 % de l'attiéké consommé par les Abidjanais.

Les deux voies de distribution et de vente informelle d'attiéké fournissaient 85 à 95 % de l'attiéké consommé à Abidjan. L'attiéké issu des deux voies était ensuite vendu au détail sous forme de boules, emballé dans des sachets plastiques ou en vrac dans les paniers originels de livraison. Les sites de vente sont constitués des marchés des communes d'Abidjan, les abords des routes, les restaurants et les "maquis". Il existait également un mode de vente qui se faisait de « porte à porte », c'est-à-dire d'un domicile (maison) à l'autre.

3.2 ÉTAT SANITAIRE DES SITES DE PRODUCTION DE L'ATTIEKE

Les sites d'Azito et d'Avocatier disposaient d'un espace pour la production de l'attiéké. Seul le site d'Azito, disposait d'une aire aménagée, salubre où les femmes étaient regroupées en coopérative pour la production d'attiéké. Les trois autres sites de production d'attiéké manquaient de dispositifs sanitaires, de gestion des déchets solides et liquides, les aires d'éviscération et de parages collectives étaient mal entretenues.

3.3 CONDITIONS DE PRODUCTION ET DE VENTE DE L'ATTIEKE

Les ustensiles utilisés dans les différentes opérations de production d'attiéké étaient en caoutchouc dur (87,5 %) et en aluminium (12,5 %) égratignés par leur usage abusif et le manque de soins adéquats. Les semoules de manioc étaient séchées au soleil à même le sol sur des sachets plastiques ou dans des vans disposés sur des pneus usagés, sauf à Avocatier où le séchage était effectué sur des claies en hauteur. Les vans utilisés pour le séchage et le vannage des semoules de manioc étaient en raphia et badigeonnés d'une pâte obtenue par le mélange de la bouse de bovin et de la pâte de manioc. La cuisson d'attiéké se faisait à l'aide du bois de chauffage dans un couscoussier constitué d'une marmite surmontée d'une casserole en aluminium perforée. La cuisson était constatée de façon visuelle, au goût et/ou au parfum.

Au cours de la vente, l'attiéké était fréquemment manipulé. Dans les restaurants et les "maquis", le service de l'attiéké se faisait à la main. Dans les marchés de gros et de demi-gros, les vendeuses ont rapporté que l'attiéké non vendu, après une semaine, était séché au soleil et stocké dans des sacs. L'attiéké était réchauffé à la vapeur d'eau et vendu à nouveau, surtout lorsqu'il n'y avait pas de nouvel approvisionnement. Chez les détaillants, l'attiéké non vendu 2 à 4 jours après production, était réchauffé à la vapeur d'eau, puis revendu.

3.4 PREVALENCE DU GROUPE *BACILLUS CEREUS* DANS L'ATTIEKE

Au total, 43,8 % (7/16) de l'attiéké fraîchement préparé contre 25,2 % (77/306) de l'attiéké en vente étaient contaminés par le groupe *B. cereus* (tableau 2). L'attiéké fraîchement préparé contenait essentiellement un mélange de formes végétatives et de spores (71,4 %) de *B. cereus*. Seulement, 28,6 % d'échantillons d'attiéké fraîchement préparé analysés ne contenaient que des formes végétatives. Aucun échantillon ne contenait uniquement que des spores. Le nombre d'échantillons d'attiéké fraîchement préparé contenant le groupe *B. cereus* était fortement corrélé à l'état sanitaire du site de production ($p = 0,031 < 0,05$; $V = 0,745$; $ddl = 3$) et significativement lié à la durée de cuisson de l'attiéké par site de production au seuil de 5% (Rho de Spearman = -1 ; $p = 0,0001$). À Avocatier où la durée de cuisson était la plus élevée ($40,5 \pm 5,1$ min), l'attiéké fraîchement préparé ne contenait pas le groupe *B. cereus*. Par contre, à Azito, Abobodoumé et Anoumambo où la durée de cuisson de l'attiéké était respectivement de 37,5 min, 33,3 min et 30,5 min, les échantillons d'attiéké fraîchement préparé contaminés par *B. cereus* étaient plus nombreux. La proportion de ces échantillons à Azito, Abobodoumé et Anoumambo était respectivement de 25 %, 50 % et 100 %.

L'attiéké en vente 1 à 2 jours après la production contenait soit des formes végétatives (72,7 %), soit des spores (27,3 %), mais un mélange des deux formes n'a été mis en évidence. Par contre, le nombre d'échantillons d'attiéké en vente 3 à 5 jours après production, contenant un mélange de formes végétatives et de spores, augmentait aux dépens des échantillons ne contenant que des spores.

3.5 CHARGE MOYENNE ET QUALITE MICROBIOLOGIQUE DE L'ATTIEKE

Les charges moyennes en formes végétatives et en spores du groupe *B. cereus* dans l'*attiéké* fraîchement préparé étaient respectivement de $2,5 \pm 0,4$ log (UFC/g) et de $2,4 \pm 0,4$ log (UFC/g). Dans l'*attiéké* en vente, la charge moyenne en forme végétative était de $2,4 \pm 1,1$ log (UFC/g) alors qu'elle était de $2,3 \pm 1,1$ log (UFC/g) en spores de *B. cereus*. Au cours de la vente de l'*attiéké*, les charges en formes végétatives de *B. cereus* augmentaient de $2,1 \pm 0,8$ log (UFC/g) à $2,3 \pm 1,2$ log (UFC/g), tandis que celles en spores diminuaient de $2,2 \pm 0,9$ log (UFC/g) pour atteindre des valeurs de $2,0 \pm 1,3$ log (UFC/g) au cinquième jour de vente.

Selon les normes [2], [30], [31], la majorité (56,3 %) des échantillons d'*attiéké* fraîchement préparé était de qualité microbiologique satisfaisante tandis que 18,8 % étaient de qualité microbiologique acceptable et ne représente pas un risque pour le consommateur. Cependant, 25,0 % de ces échantillons étaient de qualité microbiologique insatisfaisante, avec un risque de toxi-infection relativement faible pour le consommateur car leurs charges en groupe *B. cereus* étaient supérieures à 2,7 log (UFC/g), mais en deçà de la dose infectieuse [5 log (UFC/g)].

La qualité microbiologique de l'*attiéké* en vente se dégradait au cours de la vente. La proportion d'échantillons d'*attiéké* de qualité microbiologique satisfaisante était de 74,8 % dont 51,1 % et 48,9 % pour l'*attiéké* en vente respectivement 1 à 2 jours et 3 à 5 jours après production (tableau 3). Les échantillons de qualité microbiologique insatisfaisante et présentant un risque élevé pour la santé humaine [charge > 5 log (UFC/g)] ont été retrouvés uniquement dans l'*attiéké* en vente 3 à 5 jours après la production.

3.6 ESPECES DU GROUPE *BACILLUS CEREUS* IDENTIFIEES

Parmi les 90 isolats présomptifs du groupe *B. cereus*, 84 (93,3 %) ont été confirmés positifs par amplification par PCR d'un fragment de 575 pb du gène flagellaire *motB*. Tous les isolats ont été identifiés dont 56 % de *B. thuringiensis* et 44 % *B. cereus sensu stricto*.

3.7 GESTION DU RISQUE DE CONSOMMATION DE L'ATTIEKE CONTAMINE PAR *BACILLUS CEREUS*

La température maximale atteinte par l'*attiéké* au cours du réchauffage a été de 90 °C. Cette température a été atteinte en moyenne entre 10 et 15 min de réchauffage et a varié en fonction de la quantité d'*attiéké* dans le couscoussier (figure 4).

La courbe de survie ou de destruction thermique à 90 °C avait une forme concave orientée vers le bas (figure 5). L'expression de la cinétique de survie des spores du groupe *B. cereus* était de forme non log linéaire avec une phase d'adaptation moyenne d'une durée de 5 minutes, suivie d'une phase de destruction massive à partir de la cinquième minute jusqu'à la fin du réchauffage. Le taux de mortalité qui était de 2,1 % les cinq premières minutes de réchauffage hydrothermique, a augmenté rapidement pour atteindre un taux de mortalité maximum de 56,1 % à la vingtième minute. La charge moyenne des survivants était alors de $1,8 \pm 1,0$ log (UFC/g).

Le temps de réduction décimale (D) des bactéries du groupe *B. cereus* au cours du réchauffage de l'*attiéké* a été de $8,5 \pm 1,9$ min. Il a été calculé à partir de l'analyse de la régression parcellaire des meilleurs ajustements de la partie linéaire de la courbe de survie. Le coefficient de corrélation (R^2) de la courbe de tendance du temps de réduction décimale des spores du groupe *B. cereus* dans l'*attiéké* soumis au réchauffage hydrothermique a été de 0,67 (figure 5).

La courbe de régénération des bactéries du groupe *B. cereus* après 15 min de réchauffage de l'*attiéké* à 90 °C avait une allure sigmoïde (figure 6). La croissance du groupe *B. cereus* après le réchauffage a montré un temps de latence moyen de 18 heures à partir d'une charge initiale de 4,2 log (UFC/g) d'*attiéké*, permettant de déduire que le délai limite maximal de consommation sans risque de l'*attiéké* réchauffé était de 18 h. La phase de latence était suivie d'une phase de croissance exponentielle variant entre 18 et 36 h de culture, caractérisée par un taux de croissance maximale de 2,042 germes/h [0,083 – 4,1 germes/h] et d'un temps de génération de 17 h. La croissance du groupe *B. cereus* s'est ralentie après 36 h de culture, aboutissant à une phase stationnaire qui a commencé lorsque la population microbienne a atteint une concentration maximale de 2,4 log (UFC/g) d'*attiéké* avec un taux de germination de 0,063 germes/h. Cette charge en *B. cereus* correspondait à des doses non toxiques.

4 DISCUSSION

La production et la commercialisation de l'*attiéké* à Abidjan et banlieues se font dans un système traditionnel à deux voies qui s'imbriquent au niveau de la commercialisation. Le mauvais conditionnement de l'*attiéké* au cours du transport par

car ou minicar est susceptible de favoriser sa contamination au cours de la vente sur les marchés à Abidjan. Cette étude a révélé que 75 % des sites de production de l'*attiéké* étaient dans un état d'insalubrité important, sans assainissement adéquat, ni de dispositifs sanitaires et de gestion des déchets solides et liquides. La précarité des sites de production de l'*attiéké* est due d'une part, au fait que la plupart des productrices sont des femmes à faibles moyens financiers et exercent cette activité pour subvenir aux besoins de leur famille. Par conséquent, elles consacrent moins de ressources financières à l'entretien des sites. D'autre part, parce que les productrices vivent dans des cours communes et la promiscuité ne leur permet pas d'entretenir véritablement l'espace réservé à la production de l'*attiéké* [9]. Cette précarité des sites de production d'*attiéké* a été précédemment rapportée par [9] dans une étude sur l'évaluation des connaissances, des attitudes et des pratiques des manipulateurs dans les unités de production de l'*attiéké* en relation avec l'hygiène et la sécurité sanitaire des aliments en Côte d'Ivoire. Par ailleurs, il a été également rapporté que l'*attiéké* produit dans les conditions d'hygiène précaire ou dans les conditions insalubres est susceptible d'être contaminé par les bactéries pathogènes [32].

L'étude a permis de constater l'utilisation récurrente d'ustensiles en caoutchouc (87,5%) et en aluminium (12,5%) avec des surfaces égratignées. Cette situation représente un risque de ré-contamination de l'*attiéké* car les égratignures pourraient constituer un nid de microorganismes en générale et du groupe *Bacillus cereus* en particulier, capable de former des biofilms sur des surfaces inertes [33]. Le mauvais état des ustensiles utilisées par les productrices d'*attiéké*, associé à la précarité sanitaire des sites de production et du manque de dispositifs de gestion des déchets solides et liquides, augmente le risque de contamination de l'*attiéké* par les germes pathogènes et par le groupe *B. cereus* sur les sites de production de l'*attiéké*.

Les résultats de l'analyse microbiologique de l'*attiéké* fraîchement préparé ont montré la présence dans 43,8 % des échantillons, de formes végétatives (28,6 %) et de spores (71,4 %) du groupe *B. cereus*. Un tel constat traduit que le couple temps/température de cuisson est insuffisant pour détruire toutes les formes végétatives et les spores du groupe *B. cereus* dans l'*attiéké* fraîchement préparé. Plusieurs études ont aussi rapportées la présence des cellules végétatives et des spores du groupe *B. cereus* dans une large variété de produits alimentaires [34], [35], [36]. La capacité d'adhésion aux surfaces solides et de résistance des spores de *B. cereus* leur permet de persister dans l'environnement agroalimentaire et de contaminer la matière première et le produit [37].

Le niveau de contamination de l'*attiéké* fraîchement préparé est significativement lié à l'état sanitaire du site de production ($p > 0,05$). Ainsi, l'*attiéké* provenant des sites d'Anoumambo et d'Abobodomé qui ne disposaient pas d'espace aménagé pour la production de l'*attiéké* et qui présentaient un état d'insalubrité importante, sont plus contaminés que l'*attiéké* provenant des sites d'Azito et d'Avocatier. En revanche, aucun échantillon d'*attiéké* fraîchement préparé et provenant du site d'Avocatier, n'a été contaminé. De plus, sur le site d'Avocatier, la semoule de manioc était séchée sur des claies en hauteur ; ce qui évite sa contamination par la poussière, réservoir de spores de *B. cereus*. Ces résultats confirment ceux rapportés par [9] et démontrent que les mauvaises pratiques dans les unités de production et l'hygiène précaire sont la cause de la contamination de l'*attiéké* par le groupe *B. cereus* sur les sites de production.

L'*attiéké* était vendu sur les marchés généralement conditionné dans des sachets plastiques non alimentaires, dont la qualité n'est pas garantie. C'est une pratique qui peut avoir pour conséquence de favoriser la contamination de l'*attiéké* au cours de la vente. Il a été rapporté que les emballages, l'air et l'eau sont considérés comme d'éventuelles sources de contamination et de ré-contamination par le groupe *B. cereus* après pasteurisation [38], [39].

La qualité microbiologique de l'*attiéké* se détériore au cours du temps passé à la vente. En effet, selon les résultats obtenus, après 3 jours de vente, 28,2 % de l'*attiéké* a été contaminé par le groupe *B. cereus* avec une charge moyenne de $2,3 \pm 1,2$ log (UFC/g) de formes végétatives et de $2,0 \pm 1,3$ log (UFC/g) de spores. La contamination de l'*attiéké* par cette espèce était prévisible, car le groupe *B. cereus* est ubiquitaire du sol, de l'environnement et par conséquent, présent le plus souvent dans la majorité des produits alimentaires. De plus, la multiplication des souches dans l'*attiéké* peut être favorisée par sa teneur en eau (45 - 60 %), sa teneur en amidon (42,3 - 71,6 %) [6], [13] et la température (25 – 30 °C) de stockage et des lieux de vente. Cette température correspond à la température optimale de développement du groupe *B. cereus* [40]. Par ailleurs, l'augmentation de charge en *B. cereus* au cours de la vente peut également s'expliquer par le fait qu'après au moins une journée d'activité, l'*attiéké* proposé sur le marché est généralement régénéré par un réchauffage dont les paramètres ne sont pas toujours maîtrisés par les vendeurs. Dans ce cas, le réchauffage constitue un facteur activant la germination des spores résiduelles dans le produit. Il en résulte une multiplication des espèces bactériennes et par conséquent, une augmentation de charges en *B. cereus* de l'*attiéké* au cours de la commercialisation. Cette situation est amplifiée par les mauvaises conditions de transport de l'*attiéké* telles que l'utilisation des paniers de fortune en raphia et des sachets plastiques non alimentaires.

Cependant, les résultats obtenus dans cette étude, en termes de niveau (ou degré) de contamination, contrastent avec ceux de [19]. En effet, ces auteurs étudiant la microflore post-cuisson de l'*attiéké* commercial produit au sud de la Côte d'Ivoire, ont relevé un nombre plus élevé de spores de *B. cereus*, atteignant $4,5 \pm 2 \log$ (UFC/g) d'*attiéké*. Cette discordance de résultats au niveau des charges en *B. cereus* avait été précédemment observée par [41], qui a indiqué que la concentration des souches dans la matrice alimentaire et leur diversité, varient le plus souvent d'un produit à un autre.

Dans le cadre de cette étude et conformément aux normes [2], [30], [31], la majorité (74,8 %) des échantillons d'*attiéké* en vente sur les marchés sont de qualité microbiologique satisfaisante. Dans leur étude sur la prévalence et la concentration de *B. cereus* dans les produits alimentaires prêts à consommer et vendus au détail en Australie, [42] ont montré que 98 % des échantillons testés étaient de qualité microbiologique satisfaisante. Ces résultats suggèrent que le groupe *B. cereus* est rarement responsable de l'insécurité sanitaire des produits alimentaires prêts à l'emploi.

Les résultats obtenus montrent cependant que le quart des échantillons d'*attiéké* analysé, présentait des charges en *B. cereus* dépassant les limites acceptables, avec un risque élevé pour la santé humaine des consommateurs pour seulement 1,3 % de ces échantillons. En effet, selon [30] et [31], le risque sanitaire est modéré pour le consommateur pour des charges en *B. cereus* n'excédant pas le seuil de 5 log (UFC/g) d'aliment et devient élevé au-delà de cette valeur. Cependant, des épidémies associées à des aliments contenant des charges en *B. cereus* de 3 log (UFC/g) ont été signalées [43], [44]. Par conséquent, les faibles concentrations en groupe *B. cereus* de l'*attiéké* ne traduisent pas nécessairement un risque réduit pour le consommateur. Le caractère épidémiogène du groupe *B. cereus* à faible dose peut être lié au mécanisme de virulence s'exprimant entre autre, par l'excrétion d'une toxine thermolabile et préformée dans l'aliment [43], [44]. En effet, après plusieurs jours de vente, l'*attiéké* est généralement réchauffé pour être à nouveau vendu. La toxine peut être sécrétée dans l'aliment avant sa consommation. Ainsi, en raison de la grande stabilité de la toxine émétique, les bactéries du groupe *B. cereus* pourraient être tuées par le réchauffage de l'*attiéké* avant consommation, alors que la toxine émétique est toujours intacte. Il est donc probable que les échantillons d'*attiéké* examinés posent un problème de santé publique même si des cas avérés n'ont pas été constatés dans cette étude. Cependant, comme l'*attiéké* joue un rôle important dans la nutrition de nombreuses populations en Côte d'Ivoire, en Afrique et en Europe et procure des économies pour les acteurs de la filière manioc, des mesures doivent être prises pour améliorer sa qualité afin de préserver les consommateurs et ces bénéfices.

Le modèle de gestion du risque de contamination par *B. cereus* utilisé dans cette étude, a été la réduction de la charge bactérienne par le réchauffage hydrothermique de l'*attiéké*. Le dispositif utilisé pour le réchauffage de l'*attiéké* de plus de 3 jours après la production est simple, peu coûteux pour les ménagères et les vendeurs et disponible dans plusieurs foyers. L'étude a permis d'évaluer scientifiquement l'efficacité de cette technique de traitement traditionnelle de l'*attiéké*, en termes de garantie de la sécurité sanitaire, relativement au groupe *B. cereus*. En effet, le suivi de la destruction des contaminants en fonction de la température et du temps de réchauffage de l'*attiéké*, comportait deux phases. La première, caractérisée par une variation de température passant de celle de l'*attiéké* (température de l'environnement, 25 °C) à 90 °C, n'induit qu'une faible réduction (0,1 log UFC/g) de la flore. Cette situation peut être expliquée en considérant la conjonction de plusieurs facteurs. Une évolution de température appliquée entre 25 et 90 °C dans un temps réduit, ne peut être destructrice de façon sensible, ni de la flore végétative, ni des spores du groupe *B. cereus*. Le temps d'évolution vers la température d'équilibre peut être lié à l'intensité de la source de chaleur, à la quantité d'*attiéké* dans le couscoussier (capacité), à la structure de la matière en termes de conductivité de la chaleur à destination des souches cibles [45], [46]. Il en résulte que cette première phase présente peu d'intérêt dans la réduction du risque de contamination relativement à *B. cereus*. La deuxième phase, isotherme, s'est poursuivie jusqu'à la fin de la durée de réchauffage et a induit une réduction de la charge initiale en *B. cereus* de 56,1 % [4,2 à 1,8 log (UFC/g)]. La vapeur d'eau, apportée par la chaleur au cours du réchauffage, augmente la teneur en eau résiduelle de l'*attiéké* jusqu'à une teneur d'équilibre correspondant au regorgement d'eau des interstices. Par conséquent, tout apport de chaleur n'influence plus la variation de la température qui se stabilise à 90 °C après un temps moyen de réchauffage hydrothermique de 15 min. Selon [45], la température de la vapeur d'eau dans le matériau, la durée du réchauffage et la teneur en eau du produit sont les paramètres qui contrôlent le réchauffage hydrothermique. L'épaisseur de la couche d'*attiéké* donc la quantité d'*attiéké* dans le couscoussier influence quant à elle l'homogénéité du réchauffage hydrothermique. Il se crée un gradient de température d'autant plus significatif que l'épaisseur de la couche du produit est importante, mais qui disparaît pour des temps de réchauffage hydrothermique plus longs [46].

Le profil de destruction des germes à 90 °C n'a pas été linéaire au cours des premières minutes du réchauffage. La cinétique de destruction thermique obtenue, avec une forme concave orientée vers le bas et un épaulement, résulte d'une part d'une activation de la population microbienne avant leur destruction. D'autre part, la présence d'épaulement s'explique notamment par l'agrégation et l'hétérogénéité de résistance ou à la diversité de réponse des spores à un réchauffage thermique ou hydrothermique [47], [48] illustrée par la valeur du coefficient de corrélation ($R^2 = 0,67$). Pour ce type de cinétique, la destruction commence lentement puis s'accélère au cours du réchauffage hydrothermique. Ceci s'explique par

le fait que pour permettre leur germination, certaines spores nécessitent une activation qui peut être engendrée par un choc physique, tel que le choc thermique. La température de réchauffage hydrothermique a un effet sur la germination du genre *Bacillus*. Ainsi, le pourcentage de spores germées diminue lorsque la température augmente. Les spores s'affaiblissent et se fragilisent lorsque des températures et des durées importantes leur sont appliquées. Travaillant sur l'activation des spores de *Bacillus megaterium*, [49] ont observé une meilleure capacité d'activation à certaines températures. Cette capacité d'activation des spores est optimale entre 62 et 78 °C avec un taux de germination maximal obtenu entre 64 et 68 °C. Cependant, ces auteurs ont enregistré une diminution du taux de germination et une augmentation du temps de latence à la germination lorsque la température était supérieure à 68 °C. Nos résultats concordent avec ces différentes observations lorsque l'*attiéké* a été réchauffé à 90 °C avec un temps de latence de 18 h et pourraient s'expliquer par un phénomène de rupture de liaisons au sein de la paroi de la spore, rupture obtenue grâce à l'énergie fournie par le réchauffage hydrothermique. Les cibles de ce phénomène de rupture seraient des enzymes lytiques impliquées dans le processus de dégradation du peptidoglycane qui conduit à la réhydratation et par conséquent à la germination de la spore [50], [51]. La germination ou non de la spore est aussi influencé par la composition de la matrice alimentaire. En effet, l'amidon, constituant majoritaire de l'*attiéké*, gélatinisé sous l'effet de la chaleur, retarde ou diminue la germination de la spore [52].

Par ailleurs, les spores de *B. cereus* n'ont pas montré un fort potentiel de croissance dans l'*attiéké* après le réchauffage hydrothermique à 90 °C pendant plus de 15 min. La population de *B. cereus* n'a pas excédé la concentration seuil de 10^5 UFC/g fixée dans les normes, ni celle de 10^3 UFC/g rencontrée dans certaines épidémies, avec un temps de latence moyen de 18 h. Le réchauffage hydrothermique réduit la charge de l'*attiéké* en *B. cereus* mais aussi élimine la flore de contamination responsable de gastro-entérites. Le délai limite maximal de consommation de l'*attiéké* réchauffé a été de 18 h.

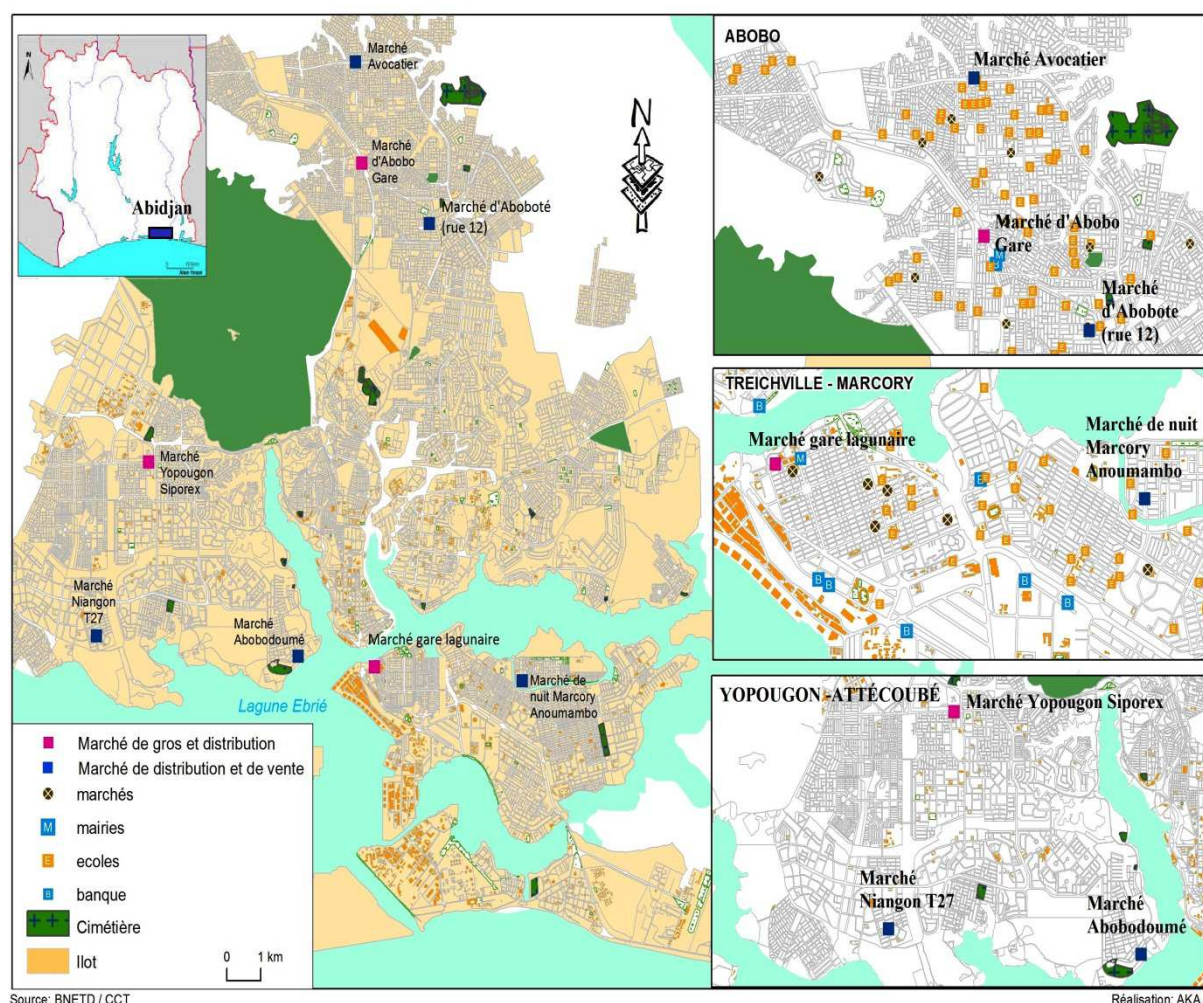


Figure 1 : Carte d'Abidjan avec matérialisation des marchés de gros et demi-gros et des marchés informels de distribution et de vente d'*attiéké*



Figure 2 : Échantillons d'attiéké conditionné en sachet plastique pour la vente au détail

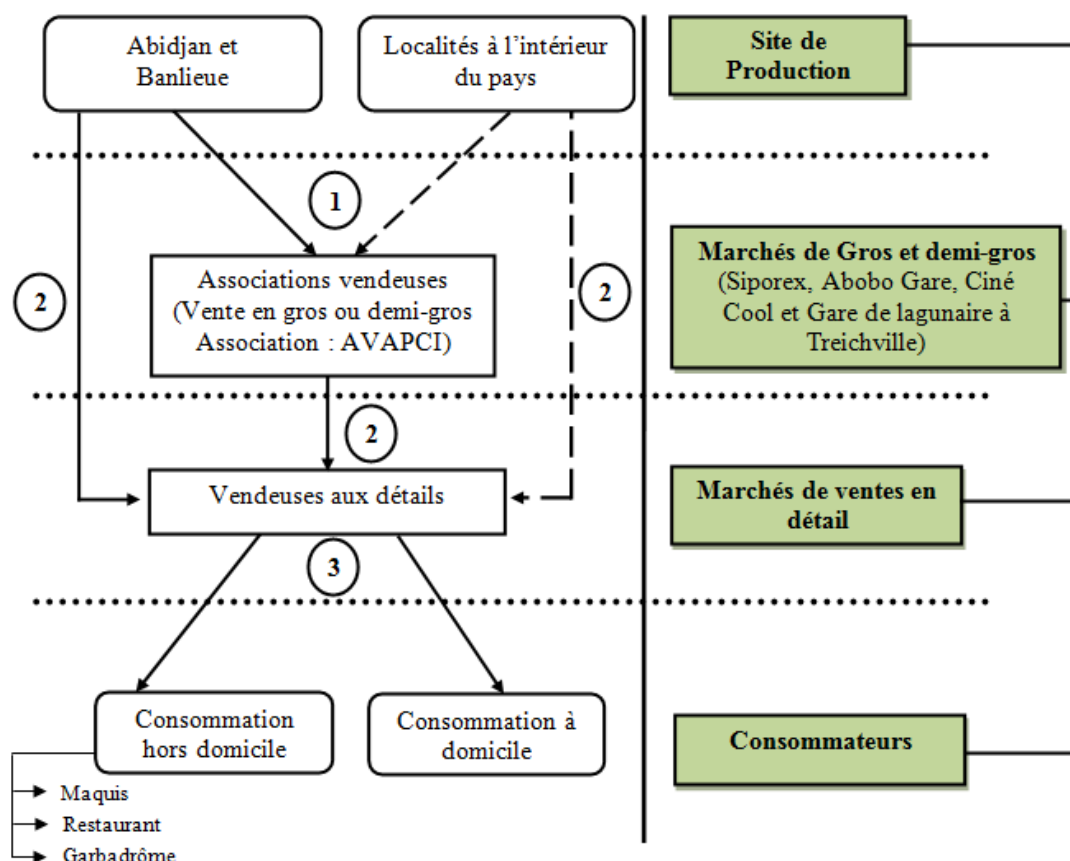


Figure 3 : Chaîne de production à la consommation d'attiéké à Abidjan

(1) Transport sur les marchés de gros et demi gros, (2) Transport sur les marchés de ventes en détail, (3) Lieux de consommation.

— — — — —> Voie 1
 — — — — —> Voie 2

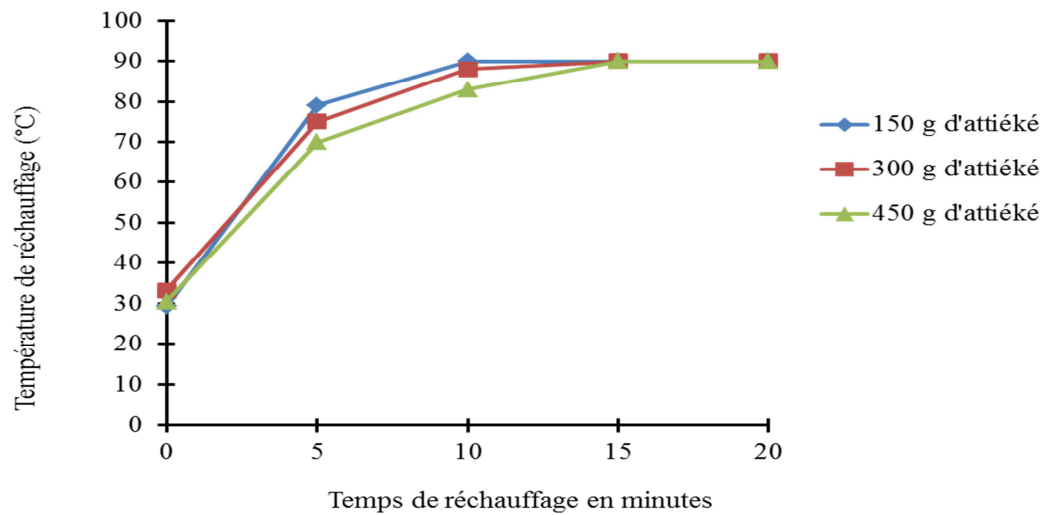


Figure 4 : Variation de la température en fonction du temps au cours du réchauffage de l'attiéké

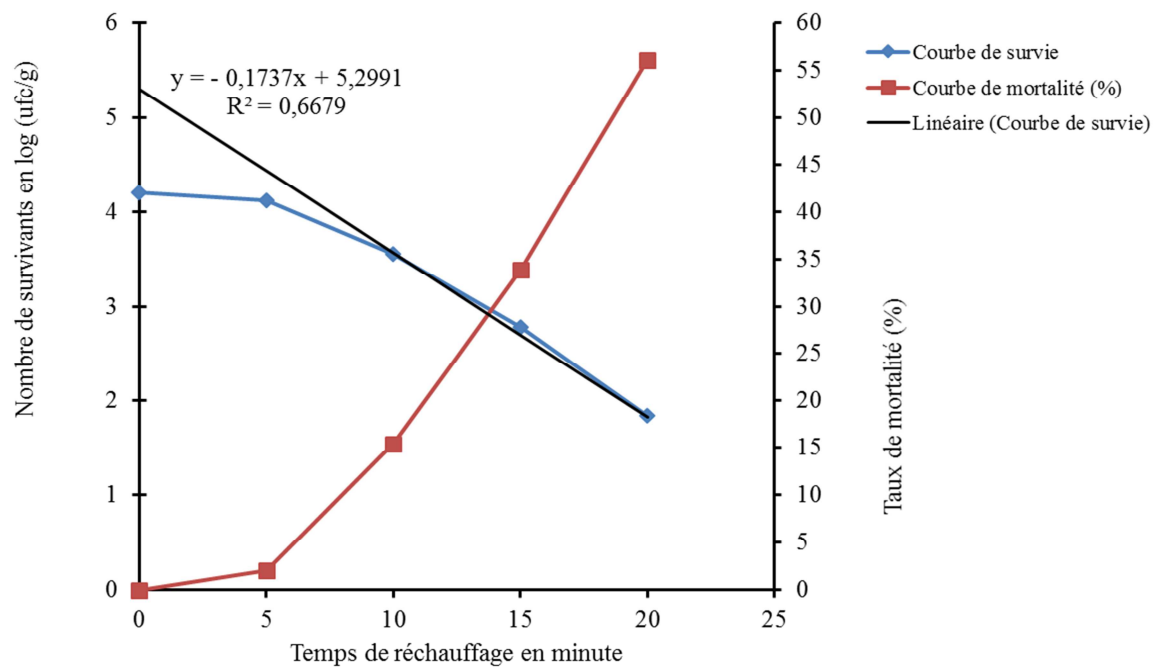


Figure 5 : Courbe de survie des bactéries du groupe *Bacillus cereus* au cours du réchauffage à 90°C de 150 g d'attiéké

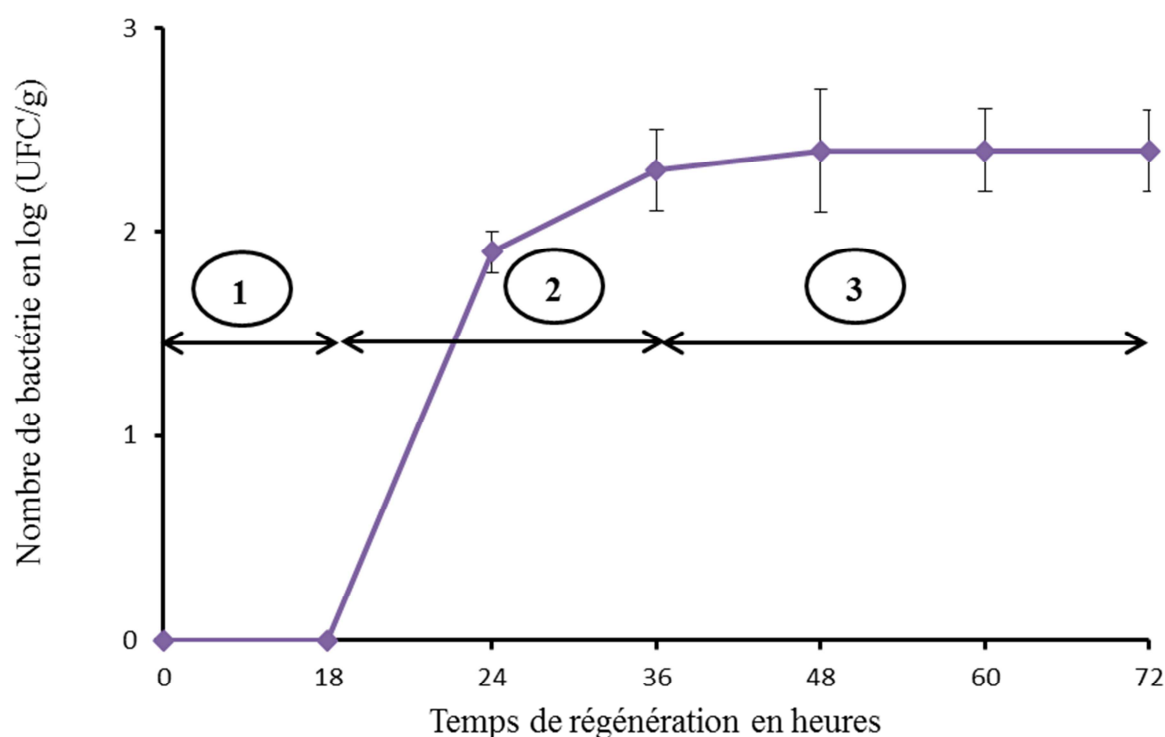


Figure 6 : Courbe de régénération du groupe *Bacillus cereus* dans l'attiéké après 15 minutes de réchauffage à 90 °C

(1) phase de latence, (2) phase de croissance exponentielle, (3) phase stationnaire

Tableau 1 : Séquence nucléotidique des amorces utilisées pour l'identification des espèces de *Bacillus cereus* et leur programme d'amplification

Gènes cibles	Amorces	Séquence nucléotidique des amorces (5'-3')	Programme d'amplification	Taille des amplicons (pb)	Température hybridation (°C)	Références
16S rADN des eubactéries	bak4 bak11w	AGGAGGTGATCCARCCGCA AGTTTGATCMTGGCTCAG	95°C, 3 min 40 x [95°C, 15 s ; 60°C, 30 s ; 72°C, 120 s] 72°C, 7 min	~1500	60	[25]
<i>motB</i>	BCFomp 1 BCRomp 1	ATCGCCTCGTTGGATGACGA CTGCATATCCTACCGCAGCTA	94°C, 5 min 30 x [94°C, 30 s ; 54,5°C, 60 s ; 72°C, 60 s] 72°C, 7 min	575	54,5	[24]
<i>gyrB</i> de <i>B. anthracis</i>	BASH-2F BASH-2R	GGTAGATTAGCAGATTGCTCTT CAAAAGA ACGAGCTTTCTCAATATCAAAA TCTCCGC		253	63	[26]
<i>gyrB</i> de <i>B. cereus sensu stricto</i>	BCJH-F BCJH-1R	TCATGAAGAGCCTGTGTACG CGACGTGTCAATTCACGCGC	94°C, 5 min 30 x [94°C, 30 s ; 63°C, 30 s ; 72°C, 30 s]	475	63	[26]
<i>gyrB</i> de <i>B. mycoides</i>	BMSH-F BMSH-R	TTTTAAGACTGCTCTAACACGT GTAAT TTCAATAGCAAAATCCCCACCA AT	72°C, 5 min	604	63	[26]
<i>gyrB</i> of <i>B. thuringiensis</i>	BTJH-1F BTJH-R	GCTTACCAGGGAAATTGGCAG ATCAACGTCGGCGTCGG		299	63	[26]

Tableau 2 : Prévalence en bactéries du groupe *Bacillus cereus* de l'attiéké en vente

Produits	Nombre d'échantillons (%) d'attiéké contaminés			Total
	Formes végétaives uniquement	Spoires uniquement	Mélange formes végétaives et Spoires	
Attiéké fraîchement préparé	2 (28,6)	0 (0)	5 (71,4)	7 (43,8)
Attiéké en vente	62 (80,5)	11 (14,3)	4 (5,2)	77 (25,2)
1 - 2 jours	24 (72,7)	9 (27,3)	0 (0,0)	33 (20,0)
3 - 5 jours	38 (86,4)	2 (4,5)	4 (9,1)	44 (28,2)

Tableau 3 : Qualité microbiologique de l'attiéké en vente

Qualité microbiologique	Nombre (%) d'échantillon d'attiéké		
	1-2 jours	3-5 jours	Total
Satisfaisante	117 (51,1)*	112 (48,9)	229 (74,8)
Acceptable	25 (43,9)	32 (56,1)	57 (18,6)
Insatisfaisante avec risque de toxi-infection	8 (50)	8 (50)	16 (5,2)
Insatisfaisante avec risque de toxi-infection élevé	0 (0,0)	4 (100,0)	4 (1,3)

* Les valeurs et les nombres entre parenthèses représentent respectivement le nombre d'échantillons et les pourcentages.

- Qualité microbiologique satisfaisante : $N \leq 1,7 \log$ (UFC/g) ;
- Qualité microbiologique acceptable : $1,7 \log$ (UFC/g) $< N \leq 2,7 \log$ (UFC/g) ;
- Qualité microbiologique insatisfaisante avec risque pour la santé humaine : $2,7 \log$ (UFC/g) $< N < 5 \log$ (UFC/g) ;
- Qualité microbiologique insatisfaisante avec risque élevé pour la santé humaine : $N \geq 5 \log$ (UFC/g).

5 CONCLUSION

Au niveau de la chaîne alimentaire de l'attiéké consommé à Abidjan, l'étude a montré une non-conformité de quelques caractéristiques, ainsi que des pratiques à risque d'insécurité sanitaire. L'attiéké consommé à Abidjan est contaminé par *B. thuringiensis* et *B. cereus sensu stricto*. La qualité microbiologique du produit se dégrade de plus en plus, au cours de la vente. L'attiéké de plus de 2 à 3 jours après la production, peut être régénéré par réchauffage, basé sur un réchauffage hydrothermique de 90 °C pendant au moins 15 minutes, qui réduit la charge initiale en *B. cereus* de 56,1 % [de 4,2 à 1,8 log (UFC/g)]. Le délai limite de consommation du produit ainsi traité est de 18 h. L'étude est une première en Côte d'Ivoire, du point de vu de l'évaluation de l'efficacité et de l'optimisation du réchauffage hydrothermique de l'attiéké, une pratique traditionnelle courante, simple et peu couteuse pour les acteurs de la filière, mais utilisée de façon empirique et non maîtrisée. Les données résultant de cette étude contribuent à la préservation de la santé du consommateur, par la réduction du risque de consommation de l'attiéké contaminé par *Bacillus cereus* à des doses toxiques.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire (PASRES) (Projet CSRS/PASRES N°27). Nous remercions les productrices et vendeuses d'attiéké à Abidjan regroupées au sein de l'Association des Vendeuses d'attiéké et de Poissons de Côte d'Ivoire (AVAPCI).

REFERENCES

- [1] F. Aboua, E. Konan, A. Kossa, F. Agro, and A. Kamenan, "Évolution des teneurs d'acide cyanhydrique et l'acide oxalique au cours de la transformation du manioc en attiéké". *Agronomie Africaine*, vol 81, pp. 117-122, 1989.
- [2] NI 484, "attiéké - Spécification, Côte d'Ivoire Normalisation, Norme ivoirienne," 1^{ère} Édition, 5 p, 2013.
- [3] N.T. Djéni, K.F. N'guessan, A.T. Dadié, and K. M. Djè, "Impact of different levels of a traditional starter on the fermentation of cassava dough for Attiéké production," *Food*, vol 2, pp. 145-151, 2008.
- [4] CNRA, "Manioc et Attiéké : du nouveau." Bulletin d'information et de liaison du CNRA, *CNRA Info* N° 8, 8 p, 2003.
- [5] J.B. Assanvo, N.G. Agbo, N.E.N. Behi, and Z. Farah, "Enquêtes de consommation et de production d'attiéké réalisées à Abidjan, Dabou et à Jacqueville". Rapport. Université de Cocody, Côte d'Ivoire, Laboratoire de Biochimie et Science des Aliments (LBSA)/ Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS)/Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (ETHZ), Abidjan-Côte d'Ivoire. 25p, 2000.
- [6] M. Sotomey, E.-A.D. Ategbro, E. C. Mitchipke, M.-L. Gutierrez, and M. C. Nago, "Innovation et diffusion des produits alimentaires en Afrique: l'attiéké au Bénin. Alimentation. Savoir-faire et Innovation en Agroalimentaire en Afrique de l'Ouest", CIRAD, 97 p, 2001.
- [7] J. B. Assanvo, G. N. Agbo, Y. E. N. Behi, P. Coulin, and Z. Farah, "Microflora of traditional starter made from cassava for "Attiéké" production in Dabou (Côte d'Ivoire)", *Food Control*, vol 17, pp. 37-41, 2006.
- [8] N.G. Amani and A. Kamenan, "Potentialités nutritionnelles et technologie traditionnelle de transformation des denrées amylacées en Côte d'Ivoire," 2^{ème} Atelier international. Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles, 23-28 Novembre 2003, Ouagadougou, Burkina Faso, pp. 383-392, 2003.
- [9] N.T. Djéni, K.A. Kouamé, Y. Traoré, K.R. Nevry, and K.M. Djè, "Assessment of knowledge, attitudes and practices of food handlers in Attiéké production units in relation to food hygiene and safety in Côte d'Ivoire in 2012", *Food and Nutrition Sciences*, vol 5, pp. 896-904, 2014.
- [10] F. Aboua, A. Kossa, K. Konan, K. Mosso, S. Angbo, and A. Kamenan, "Analyse de quelques constituants du Manioc au cours de la préparation de l'attiéké," In: Foua B.K. and Philomène B.J.R., Eds., La post-récolte en Afrique : Séminaire International Abidjan, Montmagny QC Marquis Publishers, Côte d'Ivoire, pp. 217-221, 1990.
- [11] B.Y. Kouassi, A. Traoré, and G. Sirpé, "Transformation et consommation des denrées alimentaires en Afrique de l'ouest centrale: Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Ghana," KARTHALA Editions, 180 p, 2008.
- [12] A.C. Kacou, "Optimisation des conditions d'application d'une méthode de conservation longue durée de la pâte de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en vue d'améliorer la qualité alimentaire de l'attiéké et du placali," Thèse de doctorat, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 2000.
- [13] N.T. Djéni, K. F. N'Guessan, D. M. Toka, K. A. Kouamé, and K. M. Djè, "Quality of attiéké (a fermented cassava product) from the three main processing zones in Côte d'Ivoire," *Food Research International*, vol 44, p. 410-416, 2011.
- [14] G. Atta, "Promotion de l'attiéké, 20 milliards de FCFA des revenus annuels pour les producteurs et les commerçants," *Fraternité* matin jeudi 31 juillet, 2008.
- [15] W. K. Amoah-awua, and M. Jakobsen, "The role of *Bacillus* species in the fermentation of cassava," *Journal of Applied Bacteriology*, vol 79, pp. 250-256, 1996.
- [16] P. Coulin, Z. Farah, J. B. Assanvo, J. Spillmann, and Z. Puhon, "Characterisation of the microflora of the fermented cassava product attiéké during traditional small scale preparation," *International Journal of Food Microbiology*, vol 2, pp. 131-136, 2006.
- [17] M.O. Sanni, "Critical control points in commercial production of high quality gari. Proceedings of the fourth triennial symposium of the international society for tropical root crops," Africa Branch, Kinshasa, Zaire, 5-8 December 1989, pp. 217-222, 1992.
- [18] B. Faye and G. Loiseau, "Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité" In : Hanak E., Boutrif E., Fabre P., Pineiro M., 2002. Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO, 11-13 déc. 2000, Montpellier, France, Cirad, Cédérom, 2002.
- [19] A.K. Kouamé, T. N. Djéni, F. K. N'Guessan, and K. M. Djè, "Postprocessing microflora of commercial attiéké (a fermented cassava product) produced in the south of Côte d'Ivoire," *Letters in Applied Microbiology*, vol 56, pp. 44-50, 2013.
- [20] AFNOR "Norme NF V 08-010. In: Microbiologie des aliments - Règles générales pour la préparation des dilutions en vue de l'examen". Analyse microbiologique recueil de normes françaises. 6^{ème} Ed. Paris, pp. 67-75, 1996.
- [21] ISO 7932, "Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of presumptive *Bacillus cereus*-Colony count technique at 30°C," 2004.
- [22] ISO 7218, "Microbiology of food and animal feeding stuffs-General requirements and guidance for microbiological examinations," Third edition, 66 p, 2007.

- [23] D. Goldenberger, I. Perschil, M. Ritzler, M. Altwegg M, "A simple "universal" DNA extraction procedure using SDS and proteinase K is compatible with direct PCR amplification," *PCR Methods and Applications*, vol 4, pp. 368-370, 1995.
- [24] G. Zhou, H. Liu, J. He, Y. Yuan, and Z. Yuan, "the occurrence of *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis* and *B. mycoides* in Chinese pasteurized full fat milk," *International Journal of Food Microbiology*, vol 121. Pp. 195-200, 2008.
- [25] K. Oliwa-Stasiak, C.I. Molnar, K. Arshak, M. Bartoszcze, and C.C. Adley, "Development of a PCR assay for identification of the *Bacillus cereus* group species," *Journal of Applied Microbiology*, vol 108, pp. 266-273, 2010.
- [26] S.M. Schwenninger, U. Von Ah, B. Niederer, M. Teuber, and L. Meile, "Detection of antifungal properties in *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* SM20, SM29, and SM63 and molecular typing of the strains," *Journal of Food Protection*, vol 68, pp. 111-119, 2005.
- [27] S.H. Park, H.J. Kim, J.H. Kim, T.W. Kim, and H.Y. Kim, "Simultaneous detection and identification of *Bacillus cereus* group bacteria using multiplex PCR," *Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol 17, pp. 1177-1182, 2007.
- [28] L.I. Katzin, L.A. Sandholzer, M.E. Stron, "Application of the decimal reduction time principle to a study of the resistance of coliform bacteria to pasteurization," *Journal of Bacteriology*, vol 45, pp. 256-272, 1943.
- [29] M. Sanaa, "Microbiologie prévisionnelle : principaux modèles de croissance utilisés en appréciation quantitative des risques," *Épidémiologie et santé animale*, vol 41, pp. 169-177, 2002.
- [30] Anonyme 1, "Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires - Lignes directrices pour l'interprétation," Ministère de la santé, Direction de la santé, Service de la sécurité alimentaire. Luxembourg, Belgique, fiche FC/LZ/PH, F-054 Rev02, pp 49, 2011.
- [31] Anonyme 2, "Règlement (CE) n° 1441/2007 de la commission du 5 décembre 2007 modifiant le règlement (CE) n° 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires," 2007.
- [32] P.S. Kunwar, M. Dinesh, S. Sarita, R. Dalwani, "Impact Assessment of Treated/Untreated Wastewater Toxicants Discharged by Sewage Treatment Plants on Health, Agricultural and Environmental Quality in the Wastewater Disposal Area", *Chemosphere*, Vol 55, pp 227-255, 2004.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2003.10.050>; Consulté le 03/04/2015.
- [33] C. Ankolekar, R.G. Labbé, "Physical characteristics of spores of food-associated isolates of the *Bacillus cereus* group," *Applied and Environmental Microbiology*, Vol 76, pp 982-984, 2010.
- [34] M. Valero, L.A. Hernández-Herrero, P.S. Fernández, M.C. Salmerón, "Characterization of *Bacillus cereus* from fresh vegetables and refrigerated minimally processed foods by biochemical and physiological tests," *Food Microbiology*, Vol 19, pp 491-499, 2002.
- [35] H. Rosenquist, L. Smidt, R.S. Anderson, B.G. Jensen, A. Wilcks, "Occurrence and significance of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* in ready-to-eat food," *FEMS Microbiology Letters*, Vol 250, pp 129-136, 2005.
- [36] M.F. Fangio, S.I. Roura, R. Fritz, "Isolation and identification of *Bacillus* spp. and related genera from different starchy foods," *Journal of Food Science*, Vol 75, pp M218-M221, 2010.
- [37] A. Andersson, U. Ronner, P.E. Granum, "what problems does the food industry have with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*?" *International Journal of Food Microbiology*, Vol 28, pp 145-155. 1995.
- [38] A. Eneroth, A. Christiansson, J. Brendehaug G. Molin, "Critical contamination sites in the production line of pasteurised milk, with reference to the psychrotrophic spoilage flora," *International Dairy Journal*, Vol 8, pp 829-834, 1998.
- [39] T.S.M. Pirttijarvi, M.A. Andersson, M. S. Salkinoja-Salonen, "Properties of *Bacillus cereus* and other bacilli contaminating biomaterial-based industrial processes," *International Journal of Food Microbiology*, Vol 60, pp 231-239, 2000.
- [40] M.H. Guinebreteire, F.L. Thompson, A. Sorokin, P. Normand, P. Dawyndt, M. Ehling-Schulz, B. Svensson, V. Sanchis, C. Nguyen-The, M. Heyndrickx, P. De Vos, "Ecological diversification in the *Bacillus cereus* Group". *Environmental Microbiology*, Vol 10, pp 851-65, 2008.
- [41] M. Ziane, N. Desriac, P. Le Chevalier, O. Couvert, B. Moussa-Boudjemaa, I. Leguérinel, "Identification, heat resistance and growth potential of mesophilic spore-forming bacteria isolated from Algerian retail packaged couscous," *Food Control*, Vol 45, pp 16-21, 2014.
- [42] S. Eglezos, B. Huang, G.A. Dykes, N. Fegan, "The Prevalence and Concentration of *Bacillus cereus* in Retail Food Products in Brisbane, Australia," *Foodborne Pathogens and Disease*, Vol 7, pp 867-870, 2010.
- [43] EFSA, "Opinion of the scientific panel on biological hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp.in foodstuffs," *The EFSA Journal*, Vol 175, pp 1-48, 2005.
- [44] L.P.S. Arnesen, A. Fagerlund, P.E. Granum, "from soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins," *FEMS Microbiology Reviews*, Vol 32, pp 579-606, 2008.
- [45] S.A. Bahrani, "Modification des propriétés physico-chimiques de l'amidon par procédés hydrothermiques : Contribution à l'étude des transferts couplées chaleur-masse," PhD thèse, Université de La Rochelle, France. <NNT : 2012LAROS366>. pp 217, 2012.
- [46] I. Zarguili, Z. Maache-Rezzoug, C. Loisel, J.-L. Doublié, "Influence of DIC hydrothermal process conditions on the gelatinization properties of standard maize starch," *Journal of Food Engineering*, Vol 77, pp 454 – 461, 2006.

- [47] O. Cerf, "A Review Tailing of Survival Curves of Bacterial Spores," *Journal of Applied Microbiology*, Vol 42, pp 1-19, 1977.
- [48] O. Couvert, "Prise en compte de l'influence du pH dans l'optimisation des traitements thermiques". Thèse de doctorat en microbiologie, Université de Bretagne Occidentale, France, Soutenue le 2 Avril 2002, 192 pp.
- [49] H.S. Levinson, M. Hyatt, "Effects of temperature on activation, germination and outgrowth of *Bacillus megaterium* spores," *Journal of Bacteriology*, Vol 101, pp 58-64, 1970.
- [50] S. Makino, N. Ito, T. Inoue, S. Miyata, R. Moriyama, "A spore-lytic enzyme released from *Bacillus cereus* spores during germination," *Microbiology*, Vol 140, pp 1403-1410, 1994.
- [51] R. Leuschner, P. Lillford, "Effects of temperature and heat activation on germination of individual spores of *Bacillus subtilis*," *Letters in Applied Microbiology*, Vol 29, pp 228- 232, 1999.
- [52] I., Gonzalez, M. Lopez, M. Mazas, J. Gonzalez, A. Bernardo, "Thermal resistance of *Bacillus cereus* spores as affected by additives in the recovery medium," *Journal of Food Safety*, Vol 17: pp 1-12, 2007.

Détermination de la densité de bois et du pouvoir calorifique de quatre espèces de boisements urbains de Kinshasa en République Démocratique du Congo

T. Eustache Kidikwadi¹, A. Constantin Lubini¹, K. Honoré Belesi¹, A. Dande¹, and K. Luhusu²

¹Laboratoire Systémique, Biodiversité, Conservation de la Nature et Savoirs Endogènes,
Département des Sciences de l'Environnement de la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa,
B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

²Ecole post-universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (E.R.A.I.F.T), B.P. 15.373,
Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2016 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 density of woods of *Chaetocarpus africanus* Pax, *Millettia drastica* Welw., *Barteria nigritana* Hook.f. and *Gaertnera paniculata* Benth. was specified by liquid method. The wood fragment of this species was taken at different hauteur of wood trunk of species studied. The data obtained was analyzed with the statistical test, in particular the ANOVA and PCA for to explain the intra-and extra variations observed. The results show the intra-and extra-significant difference.

KEYWORDS: density, wood, heating value, urban afforestation, Kinshasa.

RESUME: La densité de bois de *Chaetocarpus africanus* Pax, *Millettia drastica* Welw., *Barteria fistulosa* Hook.f. et *Gaertnera paniculata* Benth. a été déterminée par voie liquide. Des échantillons de bois prélevés à différentes hauteurs de tronc des individus de chaque espèce choisie dans quelques boisements urbains de Kinshasa ont servi de matériel. Les données obtenues ont été soumises aux tests statistiques : l'ANOVA, l'ACP et le test de corrélation de Pearson. Les résultats mettent en évidence des différences significatives inter- et extra-spécifiques.

MOTS-CLEFS: densité, bois, pouvoir calorifique, boisement urbain, Kinshasa.

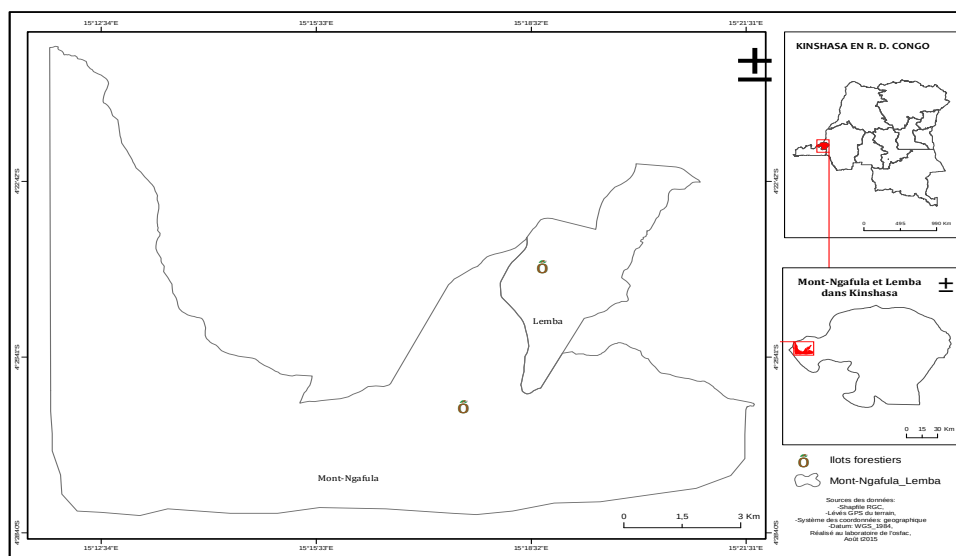
1 INTRODUCTION

Le processus du REDD+ vise l'évaluation indirecte de la quantité de carbone organique séquestré dans les arbres des forêts et des boisements urbains. Il apparaît nécessaire d'établir des équations allométriques qui requièrent des données chiffrées sur le diamètre, la hauteur et la densité du bois des arbres constituant les formations végétales. Dans la zone en climat tropical humide, des données sur la densité du bois demeurent très rares.

Cette note propose de déterminer par voie expérimentale la densité de bois à l'état anhydre, l'âge apparent et le pouvoir calorifique de *Chaetocarpus africanus* Pax, *Millettia drastica* Welw., *Barteria fistulosa* Hook.f. et *Gaertnera paniculata* Benth. Ces essences font partie des espèces pionnières intervenant dans le processus de régénération forestière naturelle des terres forestières dégradées et des formations herbeuses et s'observent également dans des rares boisements naturels en milieu urbain.

2 MATERIEL ET METHODES

Des récoltes des échantillons botaniques ont été faites dans les boisements urbains du Centre Spirituel de Marenza et Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa. Quatre espèces : *Barteria fistulosa*, *Chaetocarpus africanus*, *Gaertnera paniculata*, *Millettia drastica*. Il s'agit de prélèvements des échantillons de bois de tronc pour servir du matériel permettant de déterminer leur densité, l'âge apparent et le pouvoir calorifique de chaque essence. Pour chaque espèce, le matériel prélevé consiste à des fragments de bois prélevés à trois niveaux : la base, partie moyenne et vers l'extrémité correspondant au bois fort, c'est-à-dire bois aouté, bois intermédiaire et bois apical. Ces prélèvements ont été faits sur les deux sites. Chaque tranche de bois mesurait 10 cm de longueur. Au total trois fragments par individu ont permis d'effectuer les manipulations au laboratoire (Figure.2). La carte 1 localise les boisements urbains à Kinshasa.



Carte 1. Localisation des boisements urbains à Kinshasa

Source : carte originale, élaborée à l'aide de logiciel Datum WGS 1984, OSFAC/UNIKIN, juillet 2015.

Les échantillons prélevés ont été pesés à l'état frais sur une balance de précision de marque Sartorius (capacité = 210 g ; d = 0,001). Le poids de l'écorce a été soustrait. Les tranches de bois rassemblés ont été emballés dans le papier d'aluminium et séchés à l'étuve à une température de 105°C jusqu'à l'obtention du poids constant.

Pour déterminer le volume de bois, nous nous sommes inspirés du modèle proposé par [1]. La méthode la plus couramment utilisée a consisté à mesurer le déplacement du volume d'eau provoqué par l'immersion de l'échantillon dans l'eau. La mesure de volume d'eau a été faite à l'aide d'une éprouvette graduée, adaptée à la taille de l'échantillon. La densité du bois à l'état anhydre (D_0) est égale au rapport de la masse du bois à l'état anhydre à son volume à l'état anhydre [2]. La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sous forme d'un rapport. Elle a été obtenue à l'aide de formule suivante : M_0/V_0 .

Avec M_0 = masse (poids) d'un corps considéré ; V_0 = volume d'un corps donné [1] [2].

La figure 1 indique le modèle de prélèvement des fragments de bois de chaque individu de l'espèce étudiée et la figure 2 montre la mesure du volume des échantillons par déplacement du volume d'eau.

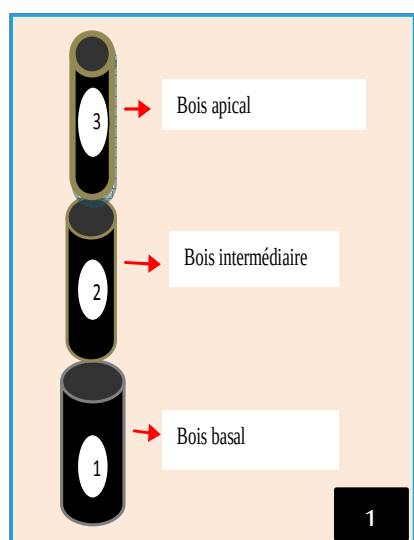


Figure 1. Modèle de prélèvement des fragments de bois de chaque individu de l'espèce étudiée

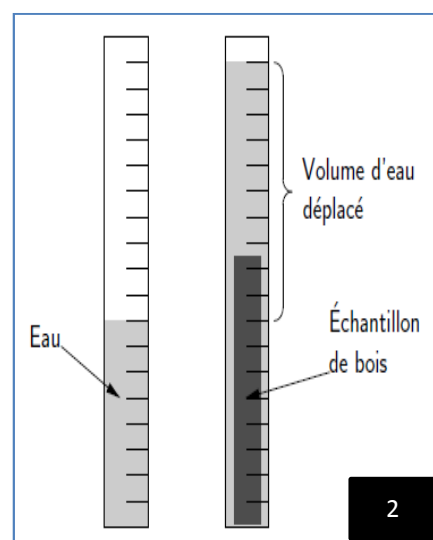


Figure 2. Mesure du volume des échantillons par déplacement du volume d'eau

Pour estimer l'âge apparent moyen des individus choisis, nous avons utilisé la formule proposée par [3] [4] sur l'accroissement annuel moyen des espèces étudiées. L'accroissement annuel moyen (AAM) de *Chaetocarpus africanus*, *Millettia drastica*, *Gaertnera paniculata* et *Barteria fistulosa* atteint 0,5/ an. Ainsi la formule suivante a permis de déterminer l'âge des individus rassemblés :

Age = R/AAM. Avec R= rayon de l'arbre (cm) ; AAM = accroissement annuel moyen 0, 5/an. La valeur obtenue correspond à l'âge apparent de l'espèce considérée.

Le test de l'ANOVA a servi à l'analyse des résultats obtenus. Les variables soumises à ce test au seuil de 95 % de probabilité concernent la densité, volume, masse fraîche et sèche des bois ainsi que les cendres des espèces provenant de deux sites de l'étude. Le test de Fisher a permis de comparer les moyennes des mesures des variables étudiées.

le test de corrélation de Pearson et de l'Analyse en Composante Principale (APC) ont été appliqués, à l'aide des logiciels Origin version 8 et XLSTAT 2014 au seuil de probabilité de 5 %. Le test de corrélation a permis de vérifier la relation entre les paramètres étudiés. Pour expliquer l'influence de chaque variable dans les résultats obtenus, on a recouru à l'Analyse de Composante Principale (ACP). Autre le logiciel PAST version 3.08 / 2014 (Cluster analysis) a permis de déterminer le dendrogramme de similarité entre les espèces étudiées.

3 RESULTATS

Les résultats concernent la masse fraîche de bois, l'évolution pondérale en fonction du temps, la teneur en eau de bois des espèces, le volume de bois ainsi que la densité de bois des espèces étudiées.

3.1 MASSES FRAICHES DES FRAGMENTS DE BOIS ETUDIÉS

Les données reprises dans la figure 3 et 4 montrent que les moyennes de masses fraîches des fragments de bois étudiés varient de 69 g à 99 g pour le matériel provenant du Domaine de Centre Spirituel de Marenza . De ces données chiffrées, le poids de *Millettia drastica* est de 99g et celui de *Chaetocarpus africanus* 71g. Par contre les moyennes calculées de bois des espèces de Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa, oscillent entre 34g et 66g où *Barteria fistulosa* atteint la valeur la plus élevée, soit 66g, suivi de *Millettia drastica* 53g. Les figures 3 et 4 donnent les détails des valeurs obtenues.

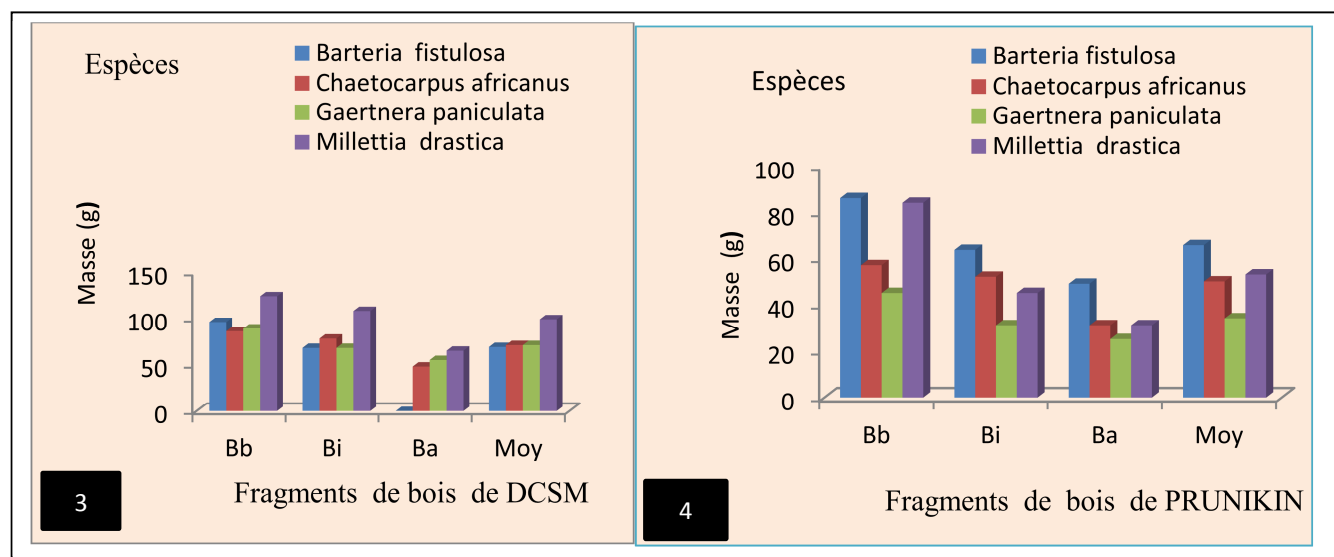


Figure 3. Masses fraîches des espèces en étude dans le boisement de DCSM. Figure 4. Masses fraîches des espèces en étude dans le boisement de PRUNIKIN.

Légende : Ba = Bois apical ; Bb = Bois basal ; Bi = Bois intermédiaire ; DCSM = Domaine de Centre Spirituel de Marenza ; PRUNIKIN = Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa ; $\bar{X}$ = Moyenne ; F_c = F calculé ; F_{th} = F théorique ; ddl = Degré de liberté.

Le test statistique appliqué (ANOVA) révèle que les masses fraîches d'espèces du Domaine de Centre Spirituel de Marenza sont plus lourdes que celles du Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa, sauf les fragments de bois de *Barteria fistulosa* où le F calculé dépasse de loin le chiffre repère de la table de Fisher ($F_c = 41,26 > F_{th} = 9,55$).

3.2 EVOLUTION PONDERALE SELON L'ESPECE ETUDIEE EN FONCTION DU TEMPS

Les valeurs enregistrées montrent que la constance des moyennes des masses fraîches des échantillons a été observée à partir de la 72^{ème} heure pour toutes les espèces soit 56 g et 29 g, respectivement pour le DCSM et le PRUNIKIN. Les figures 5 et 6 donnent les résultats obtenus.

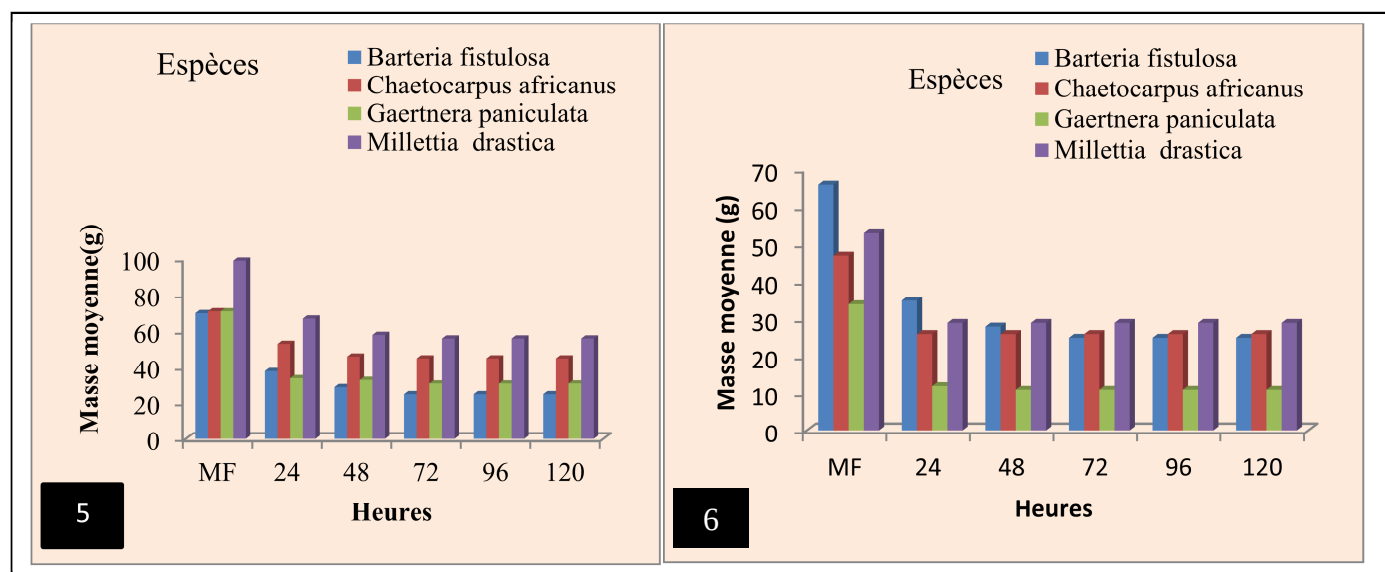


Figure 5. Evolution pondérale selon l'espèce étudiée en fonction du temps dans le boisement de DCSM. Figure 6. Evolution pondérale selon l'espèce étudiée en fonction du temps dans le boisement de PRUNIKIN.

Légende : DCSM = Domaine de Centre Spirituel de Marenza ; PRUNIKIN = Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa.

3.3 MASSES SECHES DES ESPECES ETUDIEES

Les valeurs révèlent que les moyennes de masses sèches des fragments de bois varient de 25,6g à 56,2g pour les bois du Domaine de Centre Spirituel de Marenza et de 11,7g à 29,1g de Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa. Les moyennes de masses sèches de toutes les espèces étudiées se trouvent aux figures 7 et 8.

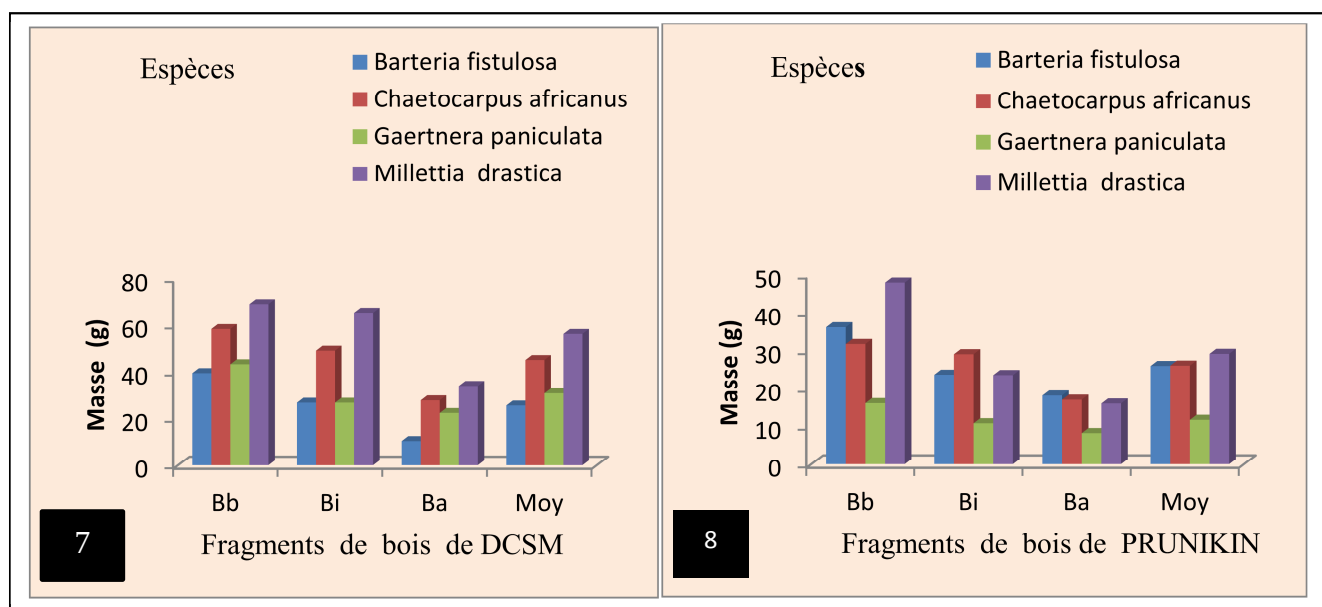


Figure 7. Masses sèches de toutes les espèces considérées au DCSM. Figure 8. Masses sèches de toutes les espèces considérées au PRUNIKIN.

Légende : Ba = Bois apical ; Bb= Bois basal ; Bi = Bois intermédiaire ; DCSM= Domaine de Centre Spirituel de Marenza ; PRUNIKIN = Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa ; $\bar{X}$ = Moyenne ; Fc = F calculé ; Fth = F théorique ; ddl = degré de liberté.

Le test statistique appliqué (ANOVA) montre que, les masses sèches de bois de Domaine de Centre Spirituel de Marensa sont plus lourdes que celles de Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa sauf celles de *Barteria fistulosa* où le F calculé dépasse de loin le chiffre repère de la table de Fisher ($F_c = 20,46 > F_{th} = 9,55$).

3.4 VOLUME DE BOIS DES ESPECES EN ETUDE

Les moyennes de volumes du matériel calculés dépendent d'espèce et du site. *Millettia drastica* présente un volume de $78,3 \text{ cm}^3$ et *Chaetocarpus africanus* 60 cm^3 dans le boisement du Domaine de Centre Spirituel de Marensa. Tandis qu'au Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa, *Barteria fistulosa* atteint 45 cm^3 . Les figures 9 et 10 donnent les valeurs chiffrées de volumes de bois calculé.

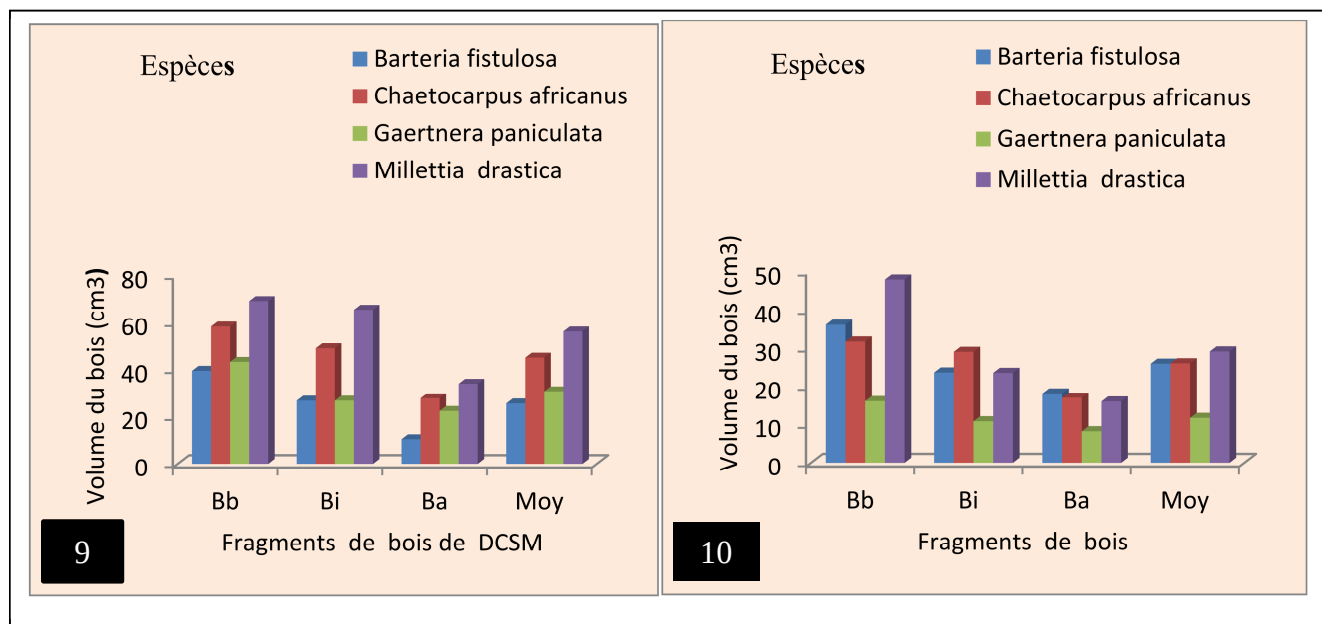


Figure 9. Volume de bois (cm³) du DCSM. Figure 10. Volume de bois (cm³) au PRUNIKIN.

Légende : BA = Bois apical ; Bb = Bois basal ; Bi = Bois intermédiaire ; DCSM= Domaine de Centre Spirituel de Marensa ; PRUNIKIN = Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa ; $\bar{X}$ = Moyenne ; F_c = F calculé ; F_{th} = F théorique ; ddl = degré de liberté.

Le test d'ANOVA appliqué montre que les tranches de bois du Domaine de Centre Spirituel de Marensa ont de volumes plus élevés que ceux de Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa, sauf ceux de *Barteria fistulosa* où le F calculé dépasse de loin le chiffre repère de la table de Fisher ($F_c = 37,33 > F_{th} = 9,55$).

3.5 DENSITE DE BOIS DES ESPECES ETUDIEES

Les moyennes de densités de bois calculées varient selon l'espèce étudiée. Les valeurs obtenues sont indiquées dans l'ordre décroissant comme suit $0,75 > 0,74 > 0,74 > 0,71 > 0,57 > 0,51 > 0,57 > 0,46$ respectivement pour *Chaetocarpus africanus*, *Millettia drastica*, *Barteria fistulosa* et *Gaertnera paniculata*. La figure 11 donne les détails de la densité de bois obtenus.

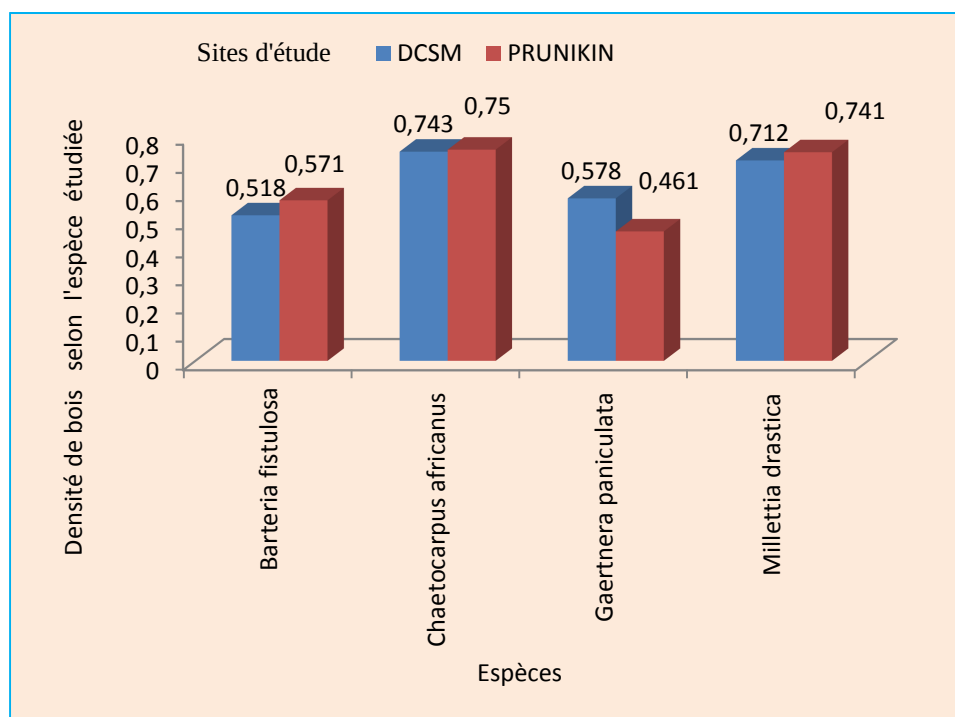


Figure 11. Densité de bois des espèces étudiées dans les deux boisements de Kinshasa.

Le test d'ANOVA révèle ce qui suit : quelques soit le traitement subi, la densité de bois des espèces de Domaine de Centre Spirituel de Marenza sont moins lourdes que celles de Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa sauf celle *Chaetocarpus africanus* où le F calculé dépasse de loin le chiffre repère de la table de Fisher ($F_c = 16,67 > F_{th} = 9,55$).

3.6 QUANTITE DES CENDRES DE BOIS DES ESPECES ETUDIEES (G)

La quantité de la cendre donne une idée pour apprécier la qualité du bois de chauffage. Les bois qui donnent une quantité de cendre importante, ont de pouvoir calorifique faible. Les résultats de cendre de bois obtenue sont consignés dans la figure 12. La classification des valeurs enregistrées suit l'ordre décroissant comme indiqué dans la figure 13 : 0,305 à 0,279 > 0,218 à 0,267 > 0,144 à 0,058 > 0,133 à 0,089 correspondent au *Barteria fistulosa*, *Gaertnera paniculata*, *Millettia drastica* et *Chaetocarpus africanus*. La figure 12 donne les valeurs obtenues.

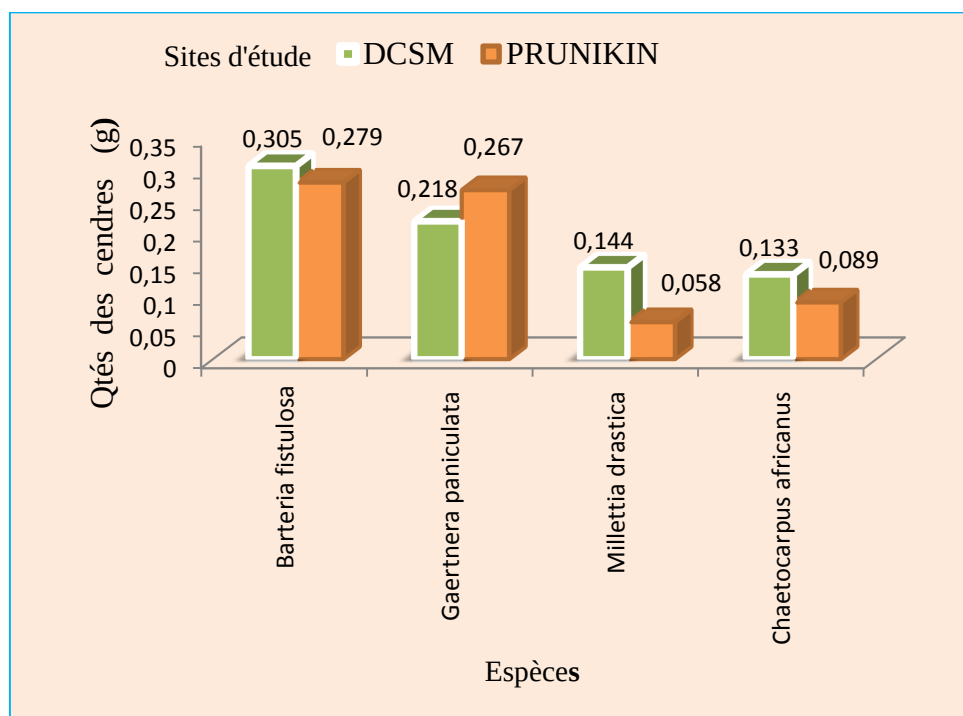


Figure 12. Quantité de cendres de bois produites par les espèces étudiées

L'ANOVA appliquée révèle que la quantité de cendre dépend du site. Les essences du Domaine de Centre Spirituel de Marena donnent plus de cendres que celles de Plateau des résidents de l'Université de Kinshasa. Sauf celles de *Barteria fistulosa* où le F calculé est de loin supérieur à la table de Fisher ($F_c = 48 > F_{th} = 9,55$).

3.7 AGES APPROXIMATIFS DES INDIVIDUS CHOISIS

La figure 13 donne les mesures de circonférence, diamètre, rayon et l'âge approximatif des individus choisis. Il ressort de cette figure que l'âge apparent déterminé dépend d'une espèce à l'autre.

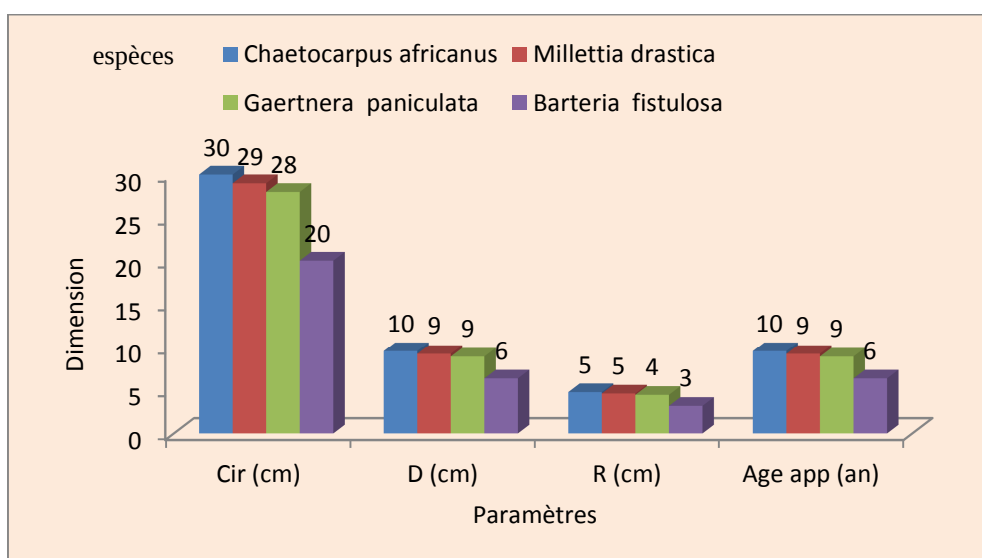


Figure 13. Différents paramètres mesurés

On note que *Chaetocarpus africanus* se présente comme l'espèce la plus âgée soit 10 ans, la moins âgée étant *Barteria fistulosa* var. *fistulosa* (6 ans). Les deux autres espèces ont presque le même âge approximatif (9 ans).

3.8 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Les coefficients de corrélation de Pearson R, entre diamètre, densité et l'âge apparent figurent au tableau 1.

Tableau 1. Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Axes	Valeur propre	% variance	% cumulé
F1	2,900	96,655	96,655
F2	0,100	3,345	100,000

Du fait qu'il exprime plus de 96% de la variance de l'échantillon, seul le premier axe est interprété. Cet axe met en évidence une corrélation positive entre le diamètre et l'âge apparent, et une corrélation négative entre ces deux variables et la densité. La figure 14 indique les résultats obtenus.

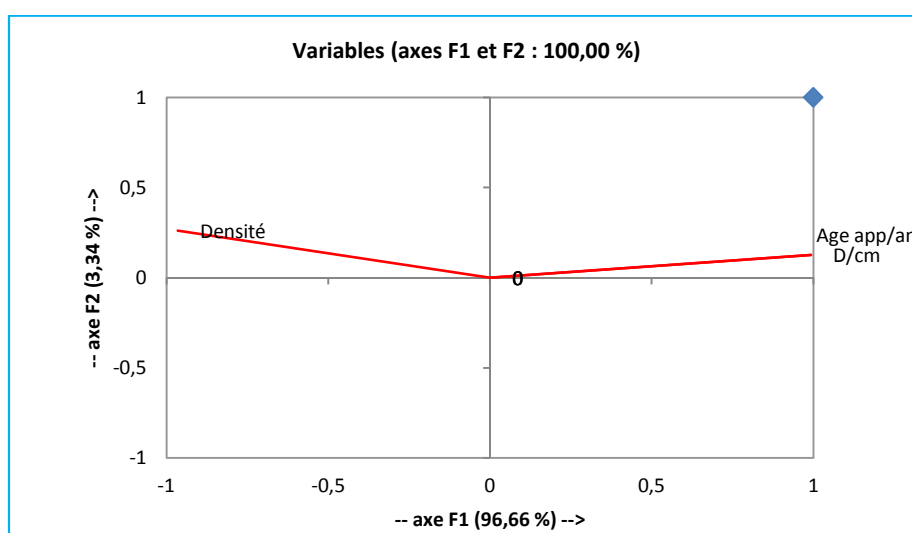


Figure 14. Représentation des variables en étude sur l'espace défini par les deux premiers Axes de l'ACP

3.9 CORRELATION ENTRE DIAMETRE, DENSITE ET L'AGE APPARENT DES ARBRES

Trois variables ont faits l'objet de test de corrélation de Pearson. Il s'agit du diamètre, densité et l'âge apparent. Après analyse des paramètres étudiés, les résultats montrent qu'il existe une corrélation hautement significative entre le diamètre et l'âge apparent des individus. Par contre la corrélation est négative entre la densité et le diamètre. Les détails de l'analyse se retrouvent aux figures 15 et 16.

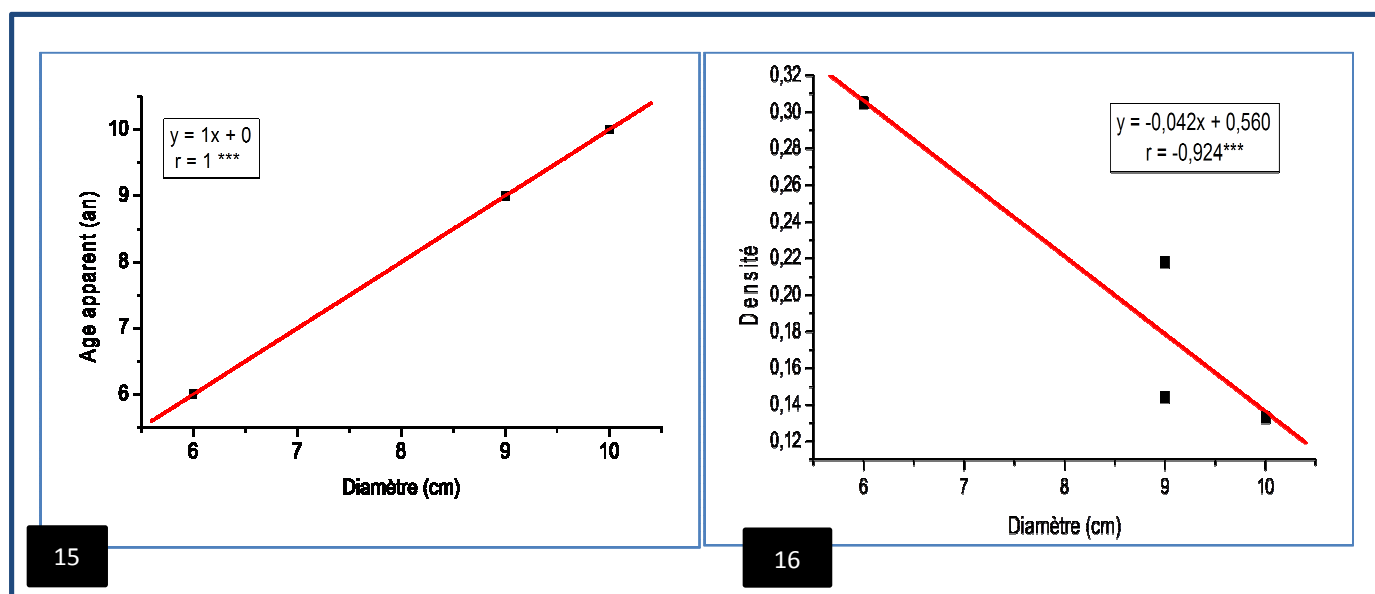


Figure 15. Corrélation entre l'âge apparent et le diamètre.

Figure 16. Corrélation entre la densité et le diamètre.

Légende :

— = la droite de régression. Elle est tracée de manière à se rapprocher le plus de tous les points afin de montrer positivement ou négativement la relation entre les variables.

- = les points noirs représentent le nuage de points qui montre le degré de corrélation entre les variables étudiées.

Il existe une corrélation positive hautement significative entre l'âge apparent et le diamètre ($p \leq 0,001$).

3.10 DENDROGRAMME DE SIMILARITE DES ESPECES ETUDIEES

L'analyse de la densité de bois de *Chaetocarpus africanus*, *Millettia drastica*, *Gaertnera paniculata* *Barteria fistulosa* a permis d'établir deux groupes d'espèces. Il s'agit d'espèces productrices du bon bois de chauffe. Ce groupe d'espèces se rencontrent dans les jachères prèforestières et ce sont des espèces pionnières de la forêt. Par contre *Barteria fistulosa* son bois est de mauvaise qualité pour le chauffage. Elle s'observe dans la forêt secondaire jeune. La figure 17 donne le dendrogramme de similarité entre les espèces.

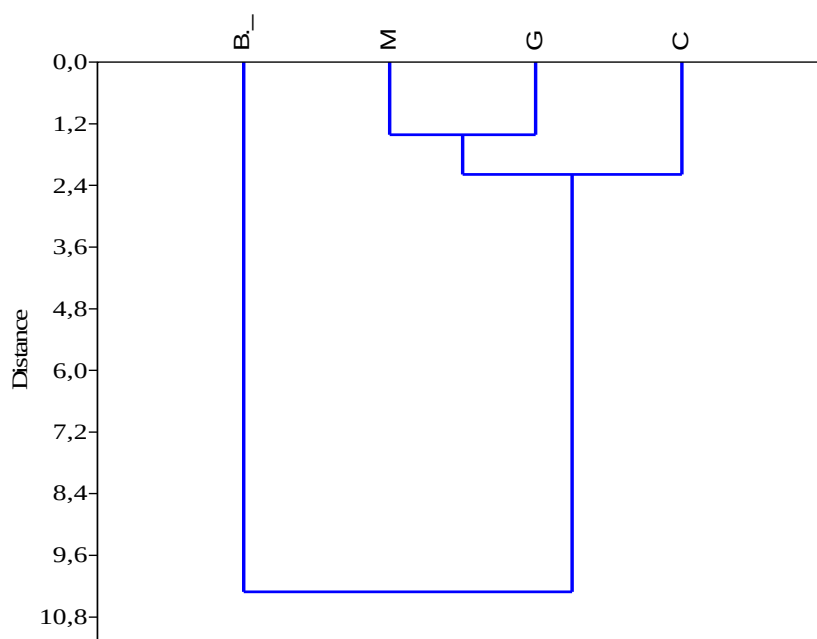


Figure 17. Dendrogramme de similarité entre les espèces étudiées

Légende : B= *Barteria fistulosa* ; M = *Millettia drastica* ; G= *Gaertnera paniculata* ; C= *Chaetocarpus africanus*.

4 DISCUSSION

Les données discutées ici se rapportent à l'analyse des densités du bois des quatre espèces étudiées dans deux boisements urbains de Kinshasa. Les moyennes de masses fraîches des fragments de bois calculés varient de 69,9 à 99,3g pour les fragments de Centre Spirituel de Marenza et 33,8 à 66,5g pour le matériel provenant du Plateau des Résidents de l'Université de Kinshasa. Les masses fraîches de tranches de bois de Centre Spirituel de Marenza sont plus lourdes que celles de Plateau des Résidents de l'Université de Kinshasa. Cette différence peut se rapporter à la provenance des espèces végétales, la nature anatomique du bois des fragments récoltés, l'âge et d'autres variables environnementales (substrats, saison).

Les moyennes de la densité de bois calculées varient de 0,52 à 0,74. Les travaux de [5] ont montré que les bois provenant des forêts tropicales hétérogènes africaines ont pour densité moyenne estimée à 0,7. Ceci corrobore avec les densités de nos espèces étudiées dans les boisements urbains de Kinshasa. Les travaux [6] ont montré que la densité de bois varie entre 0,22-1,09. Les densités de bois étudiés se retrouvent dans cette fourchette. Les bois communément employés dans l'industrie de la pâte ont une densité de 0,4 à 0,6. Ce qui convient à dire que les bois étudiés ici peuvent être utilisés également dans les industries de bois.

Millettia drastica, *Chaetocarpus africanus* et *Gaertnera paniculata* disposent de cendres relativement faibles. Ces essences ont donc un pouvoir calorifique élevé. Par contre *Barteria fistulosa* atteint une quantité importante de cendre. Par conséquent, son pouvoir calorifique est faible.

5 CONCLUSION

Cette note a permis de déterminer par voie expérimentale la densité de bois et le pouvoir calorifique de quatre espèces de boisements urbains de Kinshasa. Les résultats obtenus indiquent que *Chaetocarpus africanus*, *Millettia drastica* et *Gaertnera paniculata* constituent les espèces de bon bois pour la production de charbon et conviennent mieux pour une plantation de bois de chauffage. Les informations obtenues se révèlent innovantes et significatives.

REMERCIEMENTS

Nous remercions à travers cette note le Professeur Apollinaire Biloso Moyene qui nous a aidés dans le traitement statistique des données obtenues.

REFERENCES

- [1] Timothy P & Brown S. (2005) Guide de Mesure et de Suivi du Carbone dans les forêts et Prairies Herbeuses. Winrock International, USA 39
- [2] Rondeux J. (1999) La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses Agronomiques de Gembloux. Duculot, B-6060 Gilly 521 p.
- [3] Direction d'Inventaire et Aménagement Forestiers (DIAF) (2009) Guide opérationnelle de Liste des Essences Forestières de la République Démocratique du Congo. Ministère de L'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme 56 p.
- [4] Kidikwadi T, Lubini A, Luyindula N, and Belesi K. (2015) Note préliminaire sur l'écologie et mesure de biomasse de *Prioria balsamifera* dans les Stations forestières de l'INERA de Luki et Kiyaka en RD Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 11 No. 4 Jun. 2015, pp. 914-927.
- [5] Anonyme, (1989) Memento du forestier, publié par le Centre technique rural en Afrique, 3^{ème} édition, 1989, 1266p
- [6] Isdas, J.r, Rae Kelboom, E.I, Heremans, R, (1959) Etude de quelques bois congolais, service technique, publ, Ineac, n°59 (1959).

Contribution de l'analyse multivariée et des SIG pour la caractérisation hydrochimique de la nappe phréatique de la plaine de Sidi Bouzid (Tunisie centrale)

[Contribution of the multivariate analysis and the GIS for Hydrochemical characterization of phreatic aquifer to the plain of Sidi Bouzid (Central Tunisia)]

Kaouther Ncibi¹, Nouredine Gaaloul², and Anis Gasmi¹

¹Faculté des Sciences de Tunis,
Université de Tunis El Manar, Campus Universitaire,
2092 El Manar, Tunisia

²Institut National des Recherches en Génie Rural, Eaux, Forêts,
Rue Hédi Karray BP. 10,
2080 Ariana, Tunisia

Copyright © 2016 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 attempts to define the various geochemical processes responsible for the phreatic groundwater chemical evolution, using statistical methods and hydrochemical approaches. The phreatic aquifer in the plain of Sidi Bouzid is located in central Tunisia, the latter is characterized by an semi-arid to arid climate and irregular rainfall. The chemical water classification shows the dominance of a chlorinated calcium and magnesium sulfate type facies. The mineral-water interaction is at the expense of sulphates and to a lesser extent with carbonates. A statistical analysis of the physico-chemical data has been performed by the principal component analysis, a total of three components has been extracted, as it represents 87.040% of the total variance of the all data. The projection of the variables on the factorial designs shows two groups of individuals: the first grouping is where the highest concentrations of total dissolved solids, potassium, chlorides and sodium were observed, the second grouping consists of individuals where the water is less mineralized located upstream of the basin. The evaluation of the suitability of water for irrigation is provided by the calculation of various parameters. According to the results obtained 48.75% of the area of the plain is excellent, 26.71% is good, 13.60% is permissible and 10.94% unsuitable for irrigation. The areas of these zones are respectively 312; 171; 87 and 70 km²

KEYWORDS: Principal Component Analysis, GIS, hydrochemistry, irrigation, water resources, Sidi Bouzid.

RESUME: L'aquifère de la plaine de Sidi Bouzid se situe dans un bassin néogène qui repose en partie sur le Trias extrusif, occupant un plateau pénéplané qui se situe entre la structure jurassique écaillée de l'Axe Nord-Sud à l'Est et les structures en anticlinaux crétacés faiblement plissés de l'Atlas tunisien à l'Ouest. Cette zone est caractérisée par un climat aride à semi-aride et des précipitations irrégulières. La classification chimique des eaux montre la dominance d'un faciès de type chloruré et sulfaté calcique et magnésien. L'interaction eaux-minéraux se fait aux dépens des sulfates et de façon moindre avec les carbonates. L'analyse statistique des données physico-chimiques a été réalisée par l'analyse en composante principale, un total de trois composantes a été extrait, où il représente 87,04 % de la variance totale. La projection des variables sur les plans factoriels montrent deux regroupements d'individus : le premier regroupement présente les concentrations les plus élevées de total des sels dissous, potassium, chlorures et sodium a été observé à l'Est de la zone d'étude, le deuxième regroupement est constitué des individus où les eaux sont moins minéralisées situées à l'amont de la nappe. L'évaluation de l'aptitude des eaux à l'irrigation est présentée par le calcul de divers paramètres. Selon les résultats obtenus 48,75 % de la

superficie de la plaine est excellente, 26,71 % est bonne, 13,60 est médiocre et 10,94 % n'est pas adaptée pour l'irrigation qui sont de mauvaise qualité. Les superficies de ces différentes zones sont respectivement de 312 ; 171 ; 87 et 70 km².

MOTS-CLEFS: Analyse en Composante Principale, SIG, hydrochimie, irrigation, ressource en eaux, Sidi Bouzid.

1 INTRODUCTION

Les ressources en eaux souterraines à travers le monde sont considérées comme une précieuse source pour répondre à l'agriculture, l'utilisation domestique et aux exigences industrielles. Cela est particulièrement vrai pour les régions arides à semi-arides où les précipitations sont rares et l'approvisionnement en eau de surface est pratiquement négligeable. Dans ces régions, autre que la grave pénurie, les ressources en eau sont également caractérisées par une importante variabilité spatio-temporelle. Ce qui rend important la connaissance des bases hydrochimiques d'un aquifère, cette dernière suggère l'évaluation et la compréhension des procédés chimiques naturels qui se produisent dans l'aquifère et qui est un facteur clé pour définir l'origine de la minéralisation et la qualité des eaux.

Des études menées dans les régions arides et semi-arides ont montré l'importance de l'évaluation des eaux souterraines pour la gestion de toute stratégie de développement intégré. Plusieurs auteurs ont utilisé la statistique et la géostatistique à l'étude de la gestion des ressources des eaux souterraines afin d'obtenir de bons résultats.

La Tunisie, par sa position géographique est soumise à l'influence de deux climats aride et semi-aride qui sont à l'origine d'une variabilité spatio-temporelle des ressources en eaux. Ces dernières sont inégalement réparties à travers le pays avec environ 60% situées dans le Nord, 18% dans le Centre et 22% dans le Sud [1]. Les ressources en eaux souterraines sont évaluées à 2100 millions de m³ par an, réparties en 700 millions de m³ par an provenant des 212 nappes phréatiques et 1400 millions de m³ par an provenant de 267 nappes profondes dont 650 millions sont non renouvelables. Les nappes souterraines constituent une part importante des ressources en eau du pays (43 %), dont à peu près 1/3 dérivent des nappes phréatiques [2].

En Tunisie centrale l'eau fournie aux populations provient généralement des nappes d'eaux souterraines [3]. D'où, une caractérisation hydrochimique est nécessaire pour une meilleure évaluation (qualitative) des ressources en eaux souterraines [4] pour des fins agricole. En se concentrant sur la nappe phréatique de la plaine de Sidi Bouzid, la présente étude est basée sur l'évaluation hydrochimique en utilisant des informations multivariée. L'utilisation intégrée de l'ACP et de la géostatistique aide à l'évaluation spatiale de la cartographie de la qualité de l'eau souterraine. Donc ce travail tente de donner une information hydrochimique afin d'identifier le principal processus hydro-géochimique qui contrôle la qualité de l'eau et l'origine de la minéralisation des eaux de la nappe phréatique dans la plaine de Sidi Bouzid et la cartographie de la qualité des eaux à l'irrigation. Enfin une carte finale de qualité d'eau est réalisée afin d'identifier son aptitude à l'irrigation et qui vise à aider pour donner une meilleure gestion des ressources en eaux dans la zone d'étude.

2 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

La plaine de Sidi Bouzid est située en Tunisie centrale entre 35 ° 12'30 " et 34 ° 53'30" de latitude Nord et 9 ° 10'0" et 9 ° 40 '0" de longitude Est (figure 1), elle couvre une superficie de l'ordre de 640 Km². Elle est bordée au Nord par Jbal Liswda et par une limite de type hydraulique matérialisée par la zone d'évaporation de Negada (Sebkhat) ; le principal exutoire des eaux de la nappe, au Sud par Jbal Al Kbar, à l'Est par l'axe Nord-Sud, et à l'Ouest par Jbal Hamra, Jbal Ar-rakhmat et Jbal Al Hfay. Cette région est caractérisée par un climat méditerranéen aride à semi-aride avec des précipitations annuelles irrégulières et des périodes de sécheresse. La pluviométrie moyenne annuelle et la température annuelle sont, respectivement, 230 mm et 19°C. En outre, l'évaporation potentielle est estimée par 2370 mm/an [5].

Le bassin-versant de la plaine correspond en réalité à deux sous-bassins et qui sont, du Nord vers le Sud : le sous-bassin de l'oued El Fekka et le sous-bassin de l'oued Sarigh Dhiba. Ce bassin versant est caractérisé par un réseau hydrographique assez dense formé par un réseau de premier ordre groupant les principaux oueds : Oued El Fekka et Oued Sarigh Dhiba. Oued El Fekka traverse la zone d'étude de l'Ouest vers l'Est et Oued Sarigh Dhiba se trouve au Sud de la plaine. Ce réseau principal est alimenté par un deuxième de second ordre, formé par des ravins et des oueds secondaires descendants des principaux reliefs (figure 1).

Les ressources en eaux dans la zone d'étude ont une grande importance économique pour cette région agricole. Un volume d'eau très important est utilisé pour l'irrigation. La pratique de l'agriculture et l'horticulture ont un rôle important

dans l'utilisation des terres dans la zone d'étude ; 2122ha forêt et 84472ha terres labourables réparties en périmètres irrigués publics et privés (figure 1) (plus que trois-quarts de la plaine), la culture annuelle et de l'olivier. Ces cultures nécessitent de grandes quantités d'eau afin d'obtenir un rendement élevé.

Géologiquement, cette région appartient au domaine atlasique tunisien, caractérisé par des plis généralement orientés NE-SE qui peuvent contenir des pointements triasiques ([6], [7], [8], [9], [10], [11]). Les terrains affleurants s'étalent du Trias (ère secondaire) jusqu'au Quaternaire. Pour l'hydrogéologie, le système aquifère de cette plaine est situé dans des couches Mio-Plio-quaternaire. L'aquifère est formé essentiellement des lentilles de sable dans lesquelles s'intercalent des formations moyenne à haute perméabilité de nature sablo-argileuse, argilo-sableuse et argileuse [5].

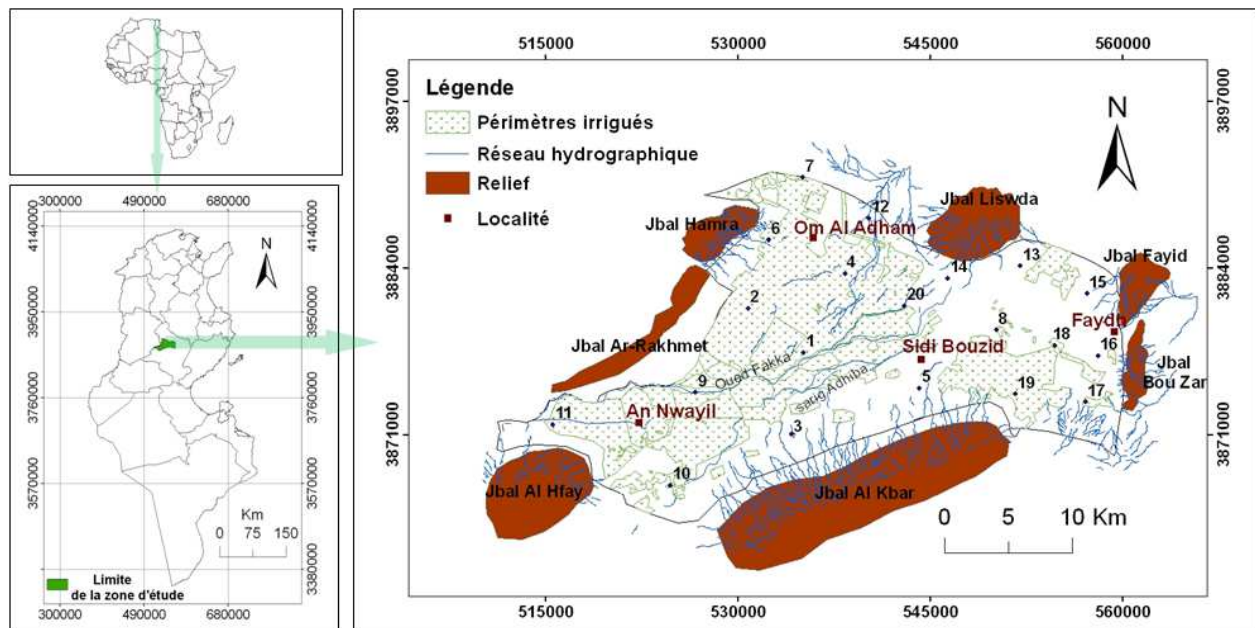


Fig. 1. Carte de localisation de la zone d'étude

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1 ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE

Un total de 20 puits servis en Octobre 2014. Le réseau d'échantillonnage a été bien choisi ce qui permet d'acquérir des données représentatives sur la variabilité spatiale de la qualité des eaux souterraines de l'aquifère étudiée (figure 1). Les paramètres physiques (Température, pH, CE) sont mesurés sur le terrain. Les échantillons sont analysés pour les éléments majeurs : sodium (Na^+), potassium (K^+), calcium (Ca^{2+}), magnésium (Mg^{2+}), chlorure (Cl^-), sulfates (SO_4^{2-}), bicarbonates (HCO_3^-) et pour les traces : cadmium (Cd), fer (Fe), zinc (Zn), plomb (Pb) et manganèse (Mn). L'analyse chimique a été réalisée dans le laboratoire de l'Institut National de Recherche Agronomique de Tunis. Les techniques utilisées sont pour les majeurs : Ca^{2+} et Mg^{2+} par complexométrie, Na^+ et K^+ par le spectrophotomètre à flamme, Cl^- et le HCO_3^- par titrage, SO_4^{2-} par turbidimètre et pour les traces par absorption atomique. La précision analytique de la mesure des ions est déterminée en calculant l'erreur absolue en équilibre ionique, qui se trouve dans tous les échantillons dans la norme limite de 5%, par la formule suivante :

$$E (\%) = [(\sum \text{cations} - \sum \text{anions}) / (\sum \text{cations} + \sum \text{anions})] * 100$$

3.2 MÉTHODES ANALYTIQUES

Pour comprendre le processus hydro-géochimique qui se déroule dans l'aquifère, nous avons utilisé les méthodes suivantes :

Le diagramme de Piper a été tracé en utilisant les concentrations des cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+) et des anions (SO_4^{2-} , HCO_3^- et Cl^-) mesurés en milliéquivalents par litre, il représente l'évolution hydrochimique des eaux souterraines dans la zone

d'étude ([12], [13]). Pour mieux comprendre les changements chimiques qui peuvent se produire dans l'eau lorsqu'elle se déplace à travers le sol, l'interaction de la chimie des minéraux et de l'eau des aquifères entre eux peut être examinée ([14], [15], [16]). Un aspect de ces interactions géochimiques est la dissolution ou la précipitation des minéraux le long de trajets d'écoulement dans le système sol-eau. L'indice de saturation (IS) est un paramètre très important dans l'étude des équilibres eaux- minéraux [17]. Une valeur de IS est égale à zéro indique que l'eau est à l'équilibre (saturée) par rapport à la phase minérale. Une valeur négative indique une sous-saturation (dissolution du minéral est possible), et une valeur positive indique une sur-saturation (précipitations du minéral est possible). L'IS est déterminé par la formule suivante :

$$IS = \text{Log} (PAI / Pks)$$

Avec :

PAI : le produit d'activité ionique des espèces chimiques en solution ;

Pks : produit de solubilité d'équilibre en phase solide à la température spécifiée.

L'utilisation du programme Phreeqc [18], nous permet de calculer les indices de saturation de la calcite, de l'aragonite, du gypse, de la dolomite, de l'halite et de l'anhydrite.

Aussi l'analyse en composantes principales par le logiciel SPSS (Version 18) a été utilisée pour analyser les données sur les eaux souterraines dans notre étude, qui permettent de regrouper des échantillons d'eau souterraine et la réalisation des corrélations entre les paramètres chimiques et les échantillons d'eau. Cette approche statistique se trouve essentiellement pour valider la première approche (l'interaction eau-sédiment).

L'analyse en composante principale (ACP) est une méthode statistique exploratoire permettant de réduire un grand nombre de variables à un petit nombre de variables qui sont les principales composantes ([19], [20], [21]). Elle permet de définir les vecteurs propres d'une variance-covariance ou une matrice à partir d'un ensemble de données de corrélation correspondant à une première matrice de N lignes d'observations par P colonnes de variables ([22], [23]). Par ailleurs, l'ACP combine deux ou plusieurs corrélations des variables ([24], [25], [26]). Cette approche a été utilisée pour extraire des variables connexes et déduire les processus qui contrôlent la chimie de l'eau ([27], [28], [29]).

Ainsi la cartographie de la qualité des eaux à l'irrigation a été déterminée par l'évaluation de l'aptitude des eaux souterraines à l'irrigation qui dépendait des effets des concentrations des minéraux dans l'eau sur les sols et les plantes [30]. L'effet des sels sur les sols entraîne des changements dans la structure du sol, la perméabilité et, par conséquent, il affecte la croissance des plantes. Dans notre cas un système de classification pour évaluer l'aptitude de l'eau à usage d'irrigation a été déterminé à travers six indices qui sont : la conductivité électrique (CE), le rapport d'adsorption du sodium (SAR), le pourcentage en sodium (%Na), l'alcalinité résiduelle des eaux (RSC), l'indice de perméabilité (IP) et le pourcentage de magnésium (%Mg).

La conductivité électrique est un bon moyen pour la mesure de la salinité afin de dégager le danger sur les cultures. L'excès de salinité diminue l'activité osmotique des plantes et interfère donc avec l'absorption d'eau et des nutriments du sol [31].

Le rapport d'adsorption du sodium (SAR) est un paramètre important pour déterminer l'aptitude des eaux souterraines à des fins d'irrigation car il mesure le danger de l'alcali-sodium pour les cultures [32]. Le sodium pénètre dans l'aquifère par la pluie et par la dissolution des roches. En raison de ses effets sur les sols et les plantes, il est considéré parmi les principaux facteurs régissant l'eau d'irrigation [33]. Ce rapport est déterminé en utilisant la formule suivante:

$$SAR = (Na^+ / (\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} / 2))$$

Où les concentrations de tous les ions sont indiquées en milliequivalent par litre.

Le Na^+ est un cation important qui se détériore au-delà de la structure du sol et réduit le rendement des cultures [34]. Lorsque la concentration de Na^+ est élevée dans l'eau d'irrigation, Na^+ tend à être absorbé par les particules d'argile et sera remplacé par les ions de Mg^{2+} et Ca^{2+} . Ce processus d'échange de Na^+ dans de l'eau par Ca^{2+} et Mg^{2+} dans le sol réduit la perméabilité. C'est pour cela que le pourcentage en Sodium est considéré comme un indice important pour l'évaluation de l'eau destinée à l'irrigation. Le %Na est calculé selon la formule ci-dessous:

$$\%Na = (Na^+ + K^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+) \times 100$$

Où les concentrations de tous les ions sont indiquées en milliequivalent par litre.

En plus de la SAR et %Na, l'excès de la somme de carbonate et de bicarbonate dans l'eau souterraine au profit de la somme de calcium et le magnésium influe également sur l'inadaptation des eaux souterraines pour l'irrigation. Cela s'appelle l'Alcalinité résiduelle des eaux (RSC). Le RSC est calculé en utilisant la formule donnée ci-dessous [35]:

$$\text{RSC} = [(\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

Où les concentrations sont indiquées en milliéquivalent par litre.

La perméabilité du sol est affectée par l'utilisation à long terme de l'eau d'irrigation et est influencée par le contenu de sodium, de calcium, de magnésium et de bicarbonate dans le sol [36]. L'indice de perméabilité est déterminé par l'équation suivante [37] :

$$\text{IP} = (\text{Na}^+ + \text{VHCO}_3^- / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+)) \times 100$$

Où les concentrations sont indiquées en milliéquivalent par litre.

Le pourcentage de magnésium ou danger de magnésium exprime la mesure de l'effet du magnésium dans l'eau d'irrigation. L'excès de magnésium affecte la qualité des sols qui peut se traduire en faible rendement des cultures. Le %Mg est calculé comme suit [38]:

$$\% \text{Mg} = (\text{Mg}^{2+} / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})) \times 100$$

Où toutes les concentrations sont indiquées milliéquivalent par litre.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 CHIMIE DES EAUX DE LA NAPPE ET FACIÈS HYDROCHIMIQUE

Les résultats des données de la qualité des eaux souterraines ont été présentés statistiquement sous forme de minimum, maximum, moyenne et écart-type (tableau 1). Le tableau 1 montre que le pH des échantillons d'eau varie de 7,09 à 7,640 avec une moyenne de 7,427, ce qui indique des conditions basiques à alcalines. Les valeurs de TDS varient de 1218 mg/l à 6202 mg/l avec des valeurs moyennes de 2591,75 mg/l ceci indique que les eaux sont très alcalines et dures surtout au Nord et à l'Est de la nappe ; zone d'exutoire de la nappe. Basés sur les valeurs moyennes des paramètres chimiques, les cations sont dans l'ordre d'abondance suivant $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Mn} > \text{Cd}$ tandis que les anions révèlent un ordre d'abondance comme suit $\text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{HCO}_3$.

L'interprétation des faciès hydrochimiques est un outil utile pour la détermination du mode d'écoulement et l'origine des histoires chimiques des eaux souterraines [39]. Le diagramme de Piper pour les échantillons d'eau explique clairement les variations des concentrations des cations et des anions dans la région d'étude. Il montre que tous les échantillons ont un faciès hydrochimique de type chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne, sauf les deux échantillons numéro 6 et 12 qui ont un faciès de type chloruré sodique et potassique (figure 2). D'où ils ont la même origine.

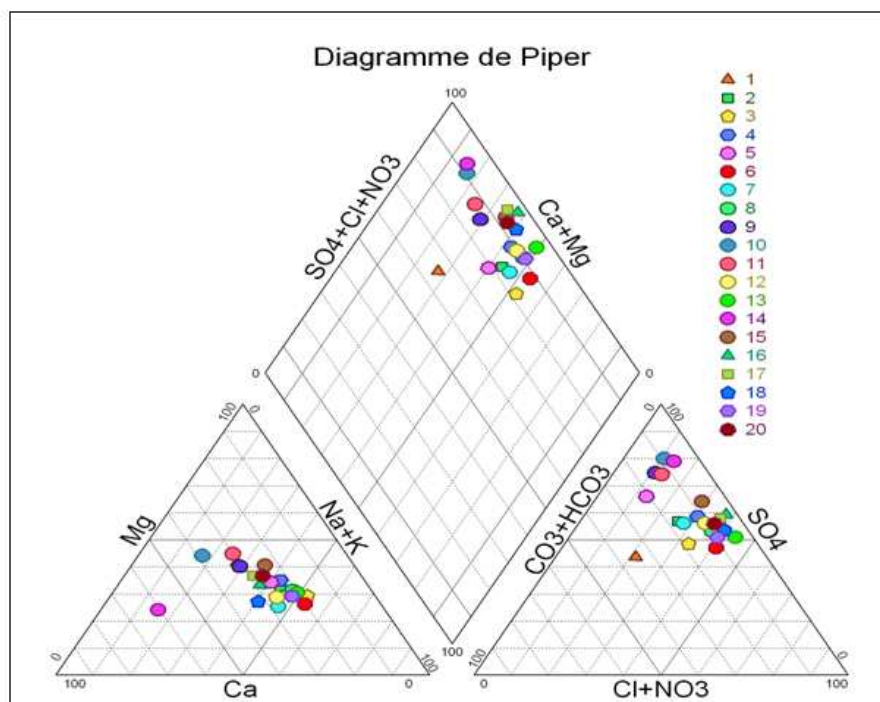


Fig. 2. Diagramme de Piper des eaux de la nappe de la zone d'étude

Tableau 1. Description statistiques de la composition chimique

N°	min	max	moyenne	Ecart type	N°	min	max	moyenne	Ecart type
pH	7,09	7,64	7,427	0,178	Ca (mg/l)	92,08	631,44	258,4	150,808
TDS (mg/l)	1218	6202	2591,75	1378,181	Mg (mg/l)	82,272	442,608	185,498	98,948
Fe (mg/l)	0,010	0,124	0,078	0,253	Na (mg/l)	97,00	1058,0	418,57	259,215
Zn (mg/l)	0,001	0,783	0,055	0,174	K (mg/l)	5,10	17,20	7,865	3,045
Mn (mg/l)	0,009	0,035	0,018	0,007	Cl (mg/l)	80,26	1480,33	535,288	416,825
Cd (mg/l)	0,004	0,028	0,012	0,006	HCO ₃ (mg/l)	149,04	609,36	259,536	92,406
Pb (mg/l)	0,001	0,134	0,037	0,031	SO ₄ (mg/l)	572,544	3141,888	1302,154	682,688

4.2 INTERACTION EAUX SÉDIMENTS

L'indice de saturation (IS) des minéraux (figure 3) indique que l'eau souterraine est sous-saturée en gypse (valeurs de IS varient de -1.06 à -0.01) et en anhydrite (IS varie de -1.28 à -0.22). Ce qui montre que ces minéraux se dissolvent dans l'eau souterraine le long du chemin où il y a des fortes concentrations de Ca^{2+} et SO_4^{2-} . La sous-saturation vis-à-vis de l'halite (IS varie de -6.65 à -4.54) montre que la dissolution des sels gemme est importante dans les eaux souterraines, ceci peut être expliqué par l'augmentation des ions de sodium et de chlorure, ce qui indique un long temps de séjour. Pour la dolomite les eaux en aval de la nappe (échantillons numéro 1, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 20) ont des valeurs de IS supérieures à zéro, donc ces eaux sont sur-saturées vis-à-vis de ce minéral. Les mêmes échantillons sont aussi sur-saturés vis-à-vis de la calcite sauf les échantillons numéro 6 et 8. Donc la précipitation de ces minéraux est généralement à l'Est de la nappe. Ainsi, cette précipitation provoque un équilibre des concentrations de Ca^{2+} . Pour l'aragonite tous les échantillons sont sous-saturés vis-à-vis de ce minéral sauf les échantillons numéros 1, 14 et 18 ceci explique qu'il y a une dissolution de ce minéral.

La plupart des points d'eaux de la nappe sont sur-saturés vis-à-vis de la calcite et de la dolomite et sont sous-saturés par rapport à l'aragonite, au gypse, à l'anhydrite et l'halite ce qui explique que la nature des solutés n'est pas influencée par l'interaction eaux minérales carbonatées mais se fait aux dépens des minéraux sulfatés et de l'aragonite par dissolution.

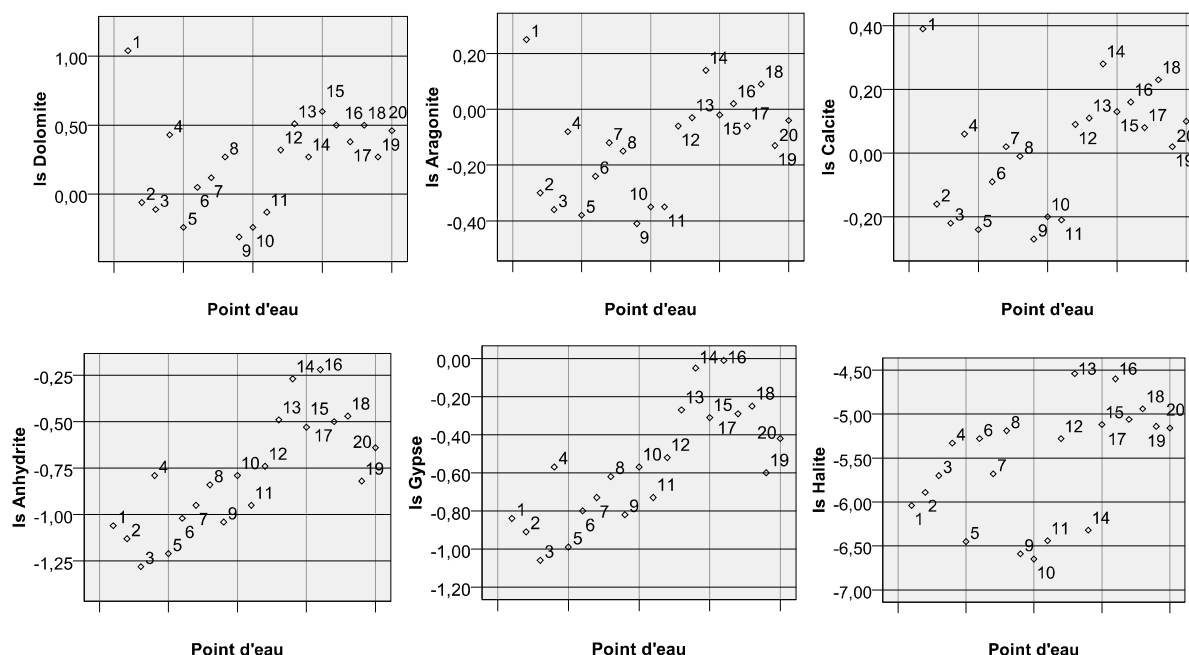


Fig. 3. Indice de saturation vis-à-vis aux principaux minéraux (carbonatés/sulfatés)

4.3 ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

L'analyse statistique des données physico-chimiques de 14 variables et 20 individus (puits) a été réalisée par l'analyse en composante principale (ACP).

La corrélation s'effectue entre toutes les variables deux à deux, les coefficients de corrélation entre ces variables sont donnés par la matrice de corrélation (tableau 4). Le tableau 4 montre que le total des sels dissous (TDS) est fortement corrélé avec les éléments majeurs SO_4^{2-} (0,936), Cl^- (0,963), Mg^{2+} (0,953), Na^+ (0,933), K^+ (0,900) et Ca^{2+} (0,788) à l'exception des Bicarbonates (HCO_3^-) qui montre une faible corrélation avec la TDS. La même chose pour les sulfates (SO_4^{2-}) est fortement corrélée avec tous les éléments majeurs sauf les Bicarbonates. Le cation Ca^{2+} est bien corrélé avec les trois éléments traces métalliques Mn, Cd et Pb avec des valeurs respectivement 0,914, 0,784 et 0,811.

Le tableau 3 de la variance totale expliquée indique que les trois premières composantes principales représentent un ensemble de 87,040% de la variance totale dans l'ensemble des données, dans lequel la première composante principale est 59,666%, la deuxième composante principale est 18,772% et la troisième composante principale est 8,602% de la variance totale.

Les variables chimiques et les valeurs propres pour les trois premières composantes principales peuvent être utilisées pour évaluer le processus hydrogéochimique dominant. Les concentrations de Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Cd, K^+ , SO_4^{2-} , Pb, et de TDS ont des valeurs avec des charges élevées positives (de 0,817 à 0,982) pour la première composante principale. Dans la deuxième composante principale la concentration de Zn a une charge positive élevée (0,911). Pour la troisième composante, les concentrations de Fe et HCO_3^{2-} indiquent que les charges sont positives modérées (0,728 à 0,733) (figure 4).

Les valeurs positives élevées des ions Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Cd, K^+ , SO_4^{2-} , Pb, et de TDS sur le premier axe de la composante principale suggèrent que la première composante principale est associée à une combinaison de différents processus hydrogéochimiques qui augmentent la minéralisation de l'eau (TDS) (tableau 2). Les valeurs positives élevées de l'ion Na^+ et les très fortes concentrations de TDS observées sur la première composante sont liées aux ions Cl^- et SO_4^{2-} qui sont un indicateur du type des roches en particulier les roches évaporitiques en dissolution dans l'eau. Les charges positives élevées des ions K^+ et Mg^{2+} pour la première composante indiquent la source de l'altération des minéraux de feldspath et de ferromagnésium et sont aussi liées à la précipitation de la dolomite notamment pour l'ion Mg^{2+} . Les valeurs positives élevées de

Na^+ sont liées à l'existence des minéraux argileux déposés dans cette région et aussi à la dissolution de l'halite. Les hautes charges de Cd et Pb sont liées à une pollution, ces deux éléments n'ont pas de source lithologique connue, ils sont attribués à une activité industrielle.

Dans la deuxième composante principale, les valeurs positives élevées et modérées de Zn et de Mn sont liées aussi à une pollution, d'où une activité industrielle. La charge positive modérée de Ca^{2+} est un indicateur de l'existence des roches calcaires et par la suite la précipitation des minéraux de calcite. Les valeurs positives modérées de HCO_3^{2-} et de Fe pour la troisième composante indiquent une réaction de CO_2 dans le sol avec une précipitation des silicates et des carbonates. En règle générale, le passage de la dissolution à la précipitation des minéraux carbonatés dans l'eau pendant l'interaction eau-sédiment dépend de la quantité de CO_2 . Pour le Fe^{2+} sa valeur positive dans la deuxième composante est liée à une activité anthropique (figure 4).

La corrélation des variables montre l'existence de trois associations : la première constituée de TDS, Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Cd, K^+ , SO_4^{2-} , Pb et Mn: cette association est corrélée positivement avec toutes les composantes; elle montre que les eaux sont influencées par une lithologie constituée des carbonates et des évaporites. La deuxième est constituée de Zn et Ca: cette association est corrélée positivement avec le facteur F1 et F2, elle représente les eaux fortement influencées par les carbonates dans les milieux tendant à la basicité. La Troisième est composée de Fe et HCO_3^- : cette association est corrélée négativement avec le facteur F1 et F2. Elle représente les eaux fortement influencées par une lithologie de nature évapo-argileuse (essentiellement gypseuses) et silicatée (figure 4).

Tableau 2. Matrice des composantes.

Paramètres	TDS	Cl	Na	Mg	Cd	K	SO_4	Pb	Mn	Zn	pH	Ca	Fe	HCO_3
Composante 1	0,982	0,973	0,952	0,952	0,939	0,917	0,878	0,817	0,784	-0,185	-0,580	0,685	0,090	-0,089
Composante 2	0,169	0,024	-0,089	0,163	0,205	-0,019	0,448	0,355	0,555	0,911	-0,724	0,694	0,139	-0,183
Composante 3	0,001	-0,032	0,006	0,051	0,068	-0,120	-0,078	0,214	0,166	-0,103	-0,139	-0,076	0,733	0,728

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

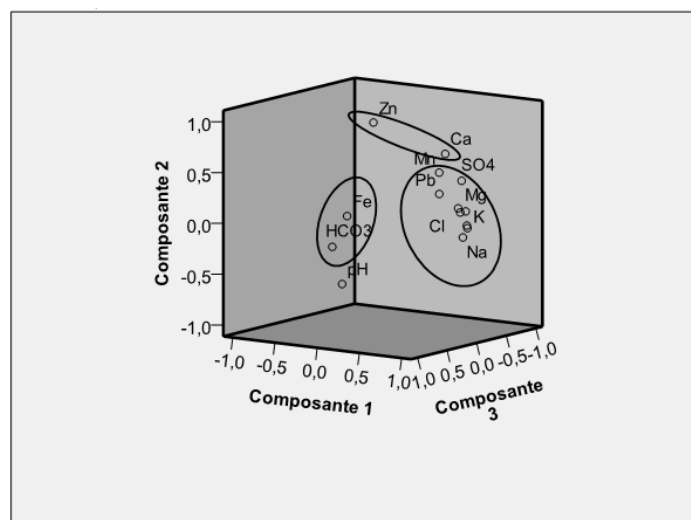


Fig. 4. Corrélations des variables (diagramme des composantes dans l'espace)

Pour la projection des individus sur les plans factoriels F1, F2 et F3, nous utilisons les composantes principales les plus intéressantes pour observer la distribution des variables et des individus. Dans ce cas, il y a trois axes principaux (Figure 5). La figure 5 représente les projections des variables sur les plans factoriels F1, F2 et F3 qui montrent deux regroupements d'individus : le premier regroupement est constitué des individus (4, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 19 et 20). Il est corrélé positivement avec le facteur F1. Ce sont les échantillons situés en partie aval de la nappe où les concentrations les plus élevées ont été observées : TDS (6202 mg/l pour l'échantillon numéro 16) K^+ , Cl^- et Na^+ (avec des valeurs respectivement 17,2mg/l ; 1480,33 mg/l et 1058 mg/l pour l'échantillon 13), et SiO_4^{2-} (3141,888 mg/l pour l'échantillon 16) et montrant un

phénomène en rapport avec les processus de dissolution des sels piégés dans les sédiments de l'aquifère à ce domaine. Le deuxième regroupement est constitué des individus 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 et 14. Ce deuxième regroupement est corrélé négativement avec le facteur F1. Il représente les échantillons situés à l'Ouest de la zone d'étude où les eaux sont moins minéralisées et avec des faibles valeurs en Ca^{2+} .

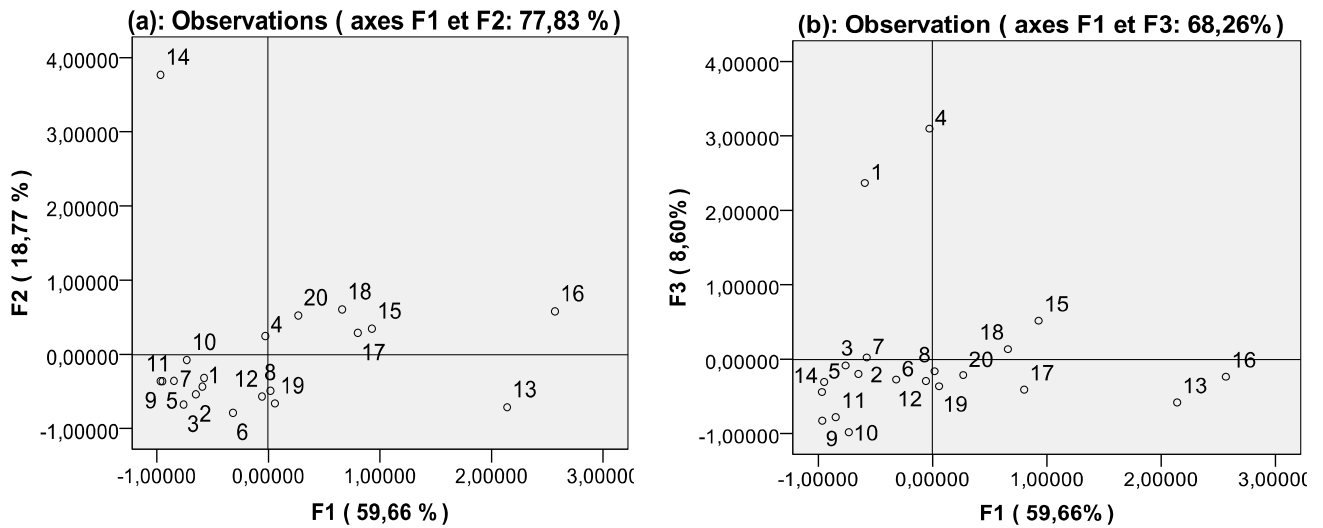


Fig. 5. Projection des individus sur les plans factoriels : (a) F1, F2 ; (b) F1, F3

Tableau 3. Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	9,178	65,558	65,558	8,353	59,666	59,666
2	1,813	12,950	78,508	2,628	18,772	78,438
3	1,195	8,532	87,040	1,204	8,602	87,040
4	0,905	6,462	93,502			
5	0,392	2,801	96,304			
6	0,169	1,209	97,512			
7	0,153	1,092	98,604			
8	0,102	0,732	99,336			
9	0,063	0,453	99,789			
10	0,017	0,121	99,909			
11	0,009	0,068	99,977			
12	0,002	0,015	99,992			
13	0,001	0,006	99,998			
14	0,000	0,002	100,000			
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.						

4.4 QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION

Le système de classification pour évaluer l'aptitude de l'eau à usage d'irrigation peut être déterminée à travers des paramètres indice de qualité tels que le rapport d'adsorption du sodium (SAR), le pourcentage en sodium (% Na), l'alcalinité résiduelle des eaux (RSC), l'indice de perméabilité (IP), la conductivité électrique (CE) et le pourcentage en magnésium (% Mg). Pour chaque paramètre une carte de répartition spatiale est déterminée on utilisant la méthode d'interpolation par krigeage ordinaire.

LE RAPPORT D'ADSORPTION DU SODIUM (SAR)

Les valeurs de SAR sont comprises entre 2,72 et 9. La classification classique de Riverside [33] des eaux, de la nappe phréatique de la plaine de Sidi Bouzid, selon son degré d'aptitude à l'irrigation montre que les eaux de la nappe se situent en général, dans six classes principales:

C3-S1 : eau de qualité admissible, convenant à l'irrigation des plantes qui présentent une bonne tolérance au sel sur des sols bien aménagés, et qui nécessite un contrôle périodique de l'évolution de la salinité. Ces eaux se trouvent en amont de la nappe.

C3-S2 : eau de qualité médiocre, fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces des cultures bien tolérantes au sel et sur des sols grossiers ou organique à bonne perméabilité, bien drainés et lessivés. Un contrôle périodique de l'évolution de la salinité sera indispensable.

C4-S1 : eau de qualité médiocre, fortement minéralisée ne convient pas à l'irrigation dans des conditions normales. Elle est utilisée si les espèces bien tolérantes au sel et sur des sols bien drainés, lessivés et ont une bonne tolérance à la salinité et le sol est particulièrement bien drainé.

C4-S2 : eau de qualité médiocre, fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces ayant une très bonne tolérance à la salinité et sur des sols bien drainés et lessivés, échantillon numéro 18.

C5-S2 et C5-S3 : eau de mauvaise qualité, fortement minéralisée ne convient pas à l'irrigation. Qui se trouve près des exutoires de la nappe (les échantillons numéros 13, 16 et 18) (figure 8.b).

Tableau 4. La matrice de corrélation des échantillons d'eau

	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO ₃	SO ₄	Fe	Zn	Mn	Cd	Pb	pH	TDS
Ca	1,000													
Mg	0,749	1,000												
Na	0,581	0,833	1,000											
K	0,606	0,856	0,897	1,000										
Cl	0,690	0,888	0,980	0,912	1,000									
HCO ₃	-0,190	-0,092	-0,060	-0,158	-0,085	1,000								
SO ₄	0,918	0,926	0,776	0,801	0,845	-0,259	1,000							
Fe	0,048	0,143	0,111	0,053	0,063	0,093	0,127	1,000						
Zn	0,505	-0,067	-0,193	-0,094	-0,114	-0,117	0,240	-0,008	1,000					
Mn	0,914	0,873	0,669	0,644	0,748	-0,107	0,944	0,302	0,284	1,000				
Cd	0,784	0,945	0,851	0,799	0,890	0,010	0,914	0,058	0,008	0,861	1,000			
Pb	0,811	0,845	0,698	0,647	0,760	0,004	0,855	0,232	0,097	0,861	0,895	1,000		
pH	-0,868	-0,672	-0,496	-0,500	-0,602	0,032	-0,787	-0,184	-0,515	-0,873	-0,689	-0,731	1,000	
TDS	0,788	0,953	0,933	0,900	0,963	-0,097	0,936	0,099	-0,011	0,859	0,961	0,853	-0,690	1,000

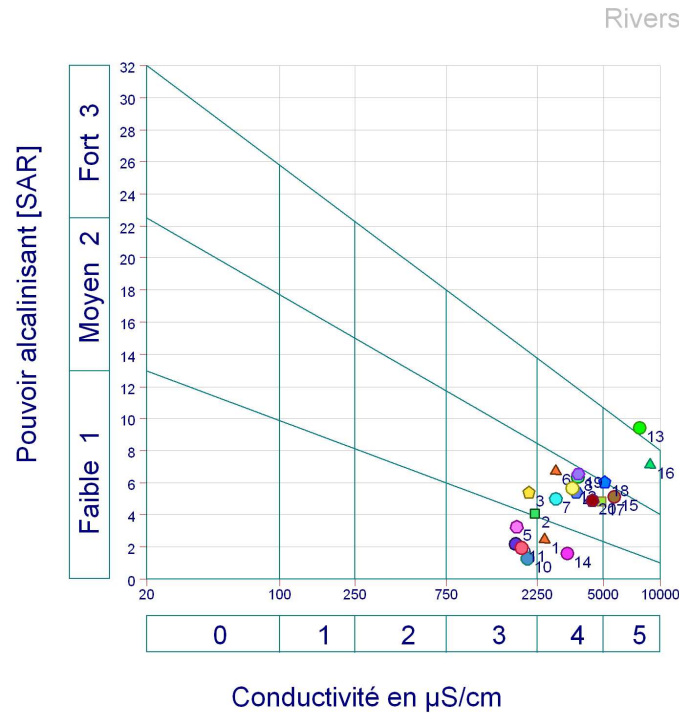


Fig. 6. Diagramme de Riverside

POURCENTAGE DE MAGNESIUM (%Mg)

Les valeurs de %Mg calculées à partir des eaux souterraines de la zone d'étude se situent entre 28,38 et 62,96 (Tableau 9). Si %Mg > 50% l'eau n'est pas appropriée et nuisible pour l'irrigation et il affecte négativement la croissance des cultures. Si %Mg < 50% indique que l'eau est appropriée pour l'irrigation.

Environ 85% des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent des valeurs de %Mg dépasse 50%, donc ils ne sont pas appropriées pour l'irrigation. Le reste des eaux souterraines 15% situées au Nord et à l'Est de la nappe sont sans danger pour l'irrigation (figure 8.d), comme la valeur du risque de magnésium dans les moins de 50 (tableau 5). Donc nos échantillons d'eau reste une par conséquent, ils ne sont pas sûrs à des fins d'irrigation.

Tableau 5. Qualité de l'eau souterraine basée sur le pourcentage de magnésium [38]

% Mg	Classe d'eaux	échantillons
<50%	Bonne	7-14-18
>50%	Mauvaise	1-2-3-4-5-6-8-9-10-11-12-13-15-16-17-19-20

POURCENTAGE DE SODIUM (%Na)

Le calcul de %Na dans les échantillons d'eau souterraine dans la zone d'étude montre des valeurs entre 15,57 à 53,46% avec une moyenne de 38,46%. Selon la classification de Wilcox (1955) trois classes sont représentées (figure 7) :

Bonne : localisée à l'Ouest dans la partie amont de la nappe, elle correspond aux eaux de minéralisation relativement faible, issues des formations carbonatées des bordures.

Médiocre : elle concerne des eaux moyennement minéralisées, avec un risque de salinisation moyen et d'alcalisation faible. Elle caractérise les eaux situant au centre de la nappe.

Mauvaise: cette classe caractérise la partie aval de la nappe où les eaux ont une forte minéralisation, présentant un risque de salinisation des sols important, mais à alcalisation moyenne. On la rencontre près des exutoires de la nappe (figure 8.e).

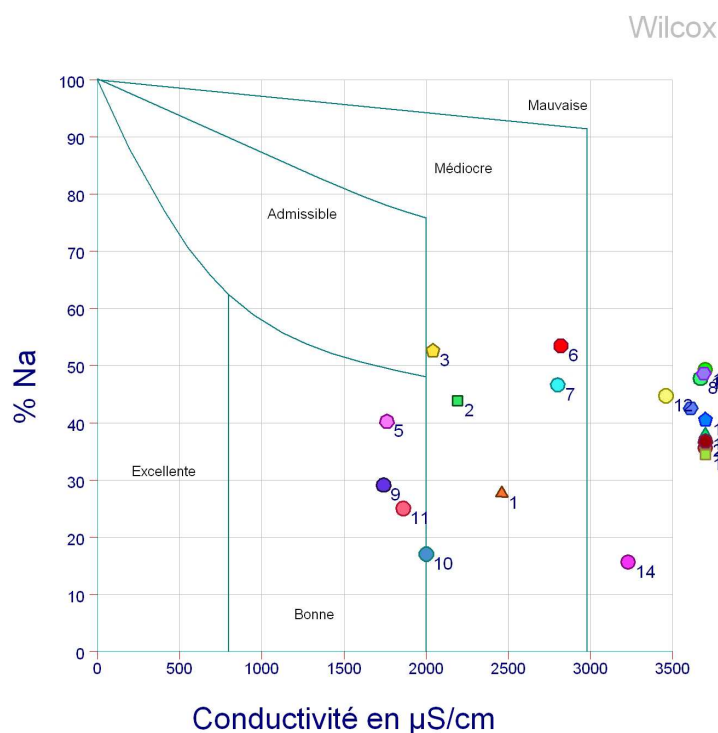


Fig. 7. Diagramme de Wilcox

LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE (CE)

Les résultats de la conductivité électriques obtenus montrent que les valeurs de la CE des eaux de la nappe sont élevées à très élevées qui peut atteindre 8000 $\mu\text{S/cm}$ d'où une salinité excessive (tableau 6 et 9). Les valeurs très élevées sont situées au nord et à l'est de la zone d'étude (figure 8.a).

Tableau 6. Qualité de l'eau d'irrigation basée sur la conductivité électrique

CE ($\mu\text{S/cm}$)	Classe d'eaux	Caractéristiques	échantillons
0-250	Faible	À faible salinité de l'eau peut être utilisée pour l'irrigation sur la plupart des sols avec risque faible de la salinité du sol va se développer.	---
251-750	Moyen	L'eau à moyenne salinité peut être utilisée pour l'irrigation, si un drainage modéré se produit.	---
751-2,250	Elevée	Eau à haute salinité ne convient pas pour une utilisation sur le sol avec un drainage restreint. Même avec un drainage adéquat, la gestion spéciale pour le contrôle de la salinité peut être nécessaire.	2, 3, 5, 9, 10, 11
> 2,250	Très élevée	Eau à très forte salinité, n'est pas appropriée pour l'irrigation dans des conditions normales.	1, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

ALCALINITE RESIDUELLE DES EAUX (RSC)

Les valeurs de RSC calculées dans les échantillons d'eau souterraine de la zone d'étude se trouvent entre -7.5 et -65.28 avec une moyenne de -24,05 (tableau 9). Toutes les valeurs sont inférieures à 1.25 meq/L, ce qui révèle que tout le site d'échantillonnage est bon à des fins d'irrigation (figure 8.f).

RSC négatif indique que l'accumulation de sodium est peu probable puisque le calcium et le magnésium sont au-delà de ce qui peut être précipité sous forme de carbonates (tableau 5).

Tableau 7. Qualité de l'eau souterraine basée sur l'alcalinité résiduelle des eaux [33]

RSC	Classe d'eaux	échantillons
< 1,25	Bonne	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20
1,25 – 2,5	Médicore	---
>2,5	Mauvaise	---

INDICE DE PERMÉABILITÉ (IP)

L'indice de perméabilité calculé pour les échantillons d'eaux dans notre étude se trouve entre 19,38 et 60,75% avec une moyenne de 43,69 (tableau 9). Si la valeur de IP est inférieure à 25, l'échantillon relève la classe médiocre qui indique que l'eau souterraine n'est pas adaptée pour l'irrigation. Les eaux de la classe bonnes, IP est entre 25 et 75. Les échantillons avec IP supérieur à 75 sont classés comme excellente pour l'irrigation. Le calcul de ce paramètre montre clairement que 90% des échantillons d'eaux sont bons pour l'irrigation (tableau6, figure 8.c).

Tableau 8. Qualité de l'eau souterraine basée sur l'indice de perméabilité [37]

IP	Classe d'eaux	Puits représentatifs
<25	Médiocre	10 - 14
25 - 75	Bonne	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-15-16-17-18-19-20
>75	excellente	---

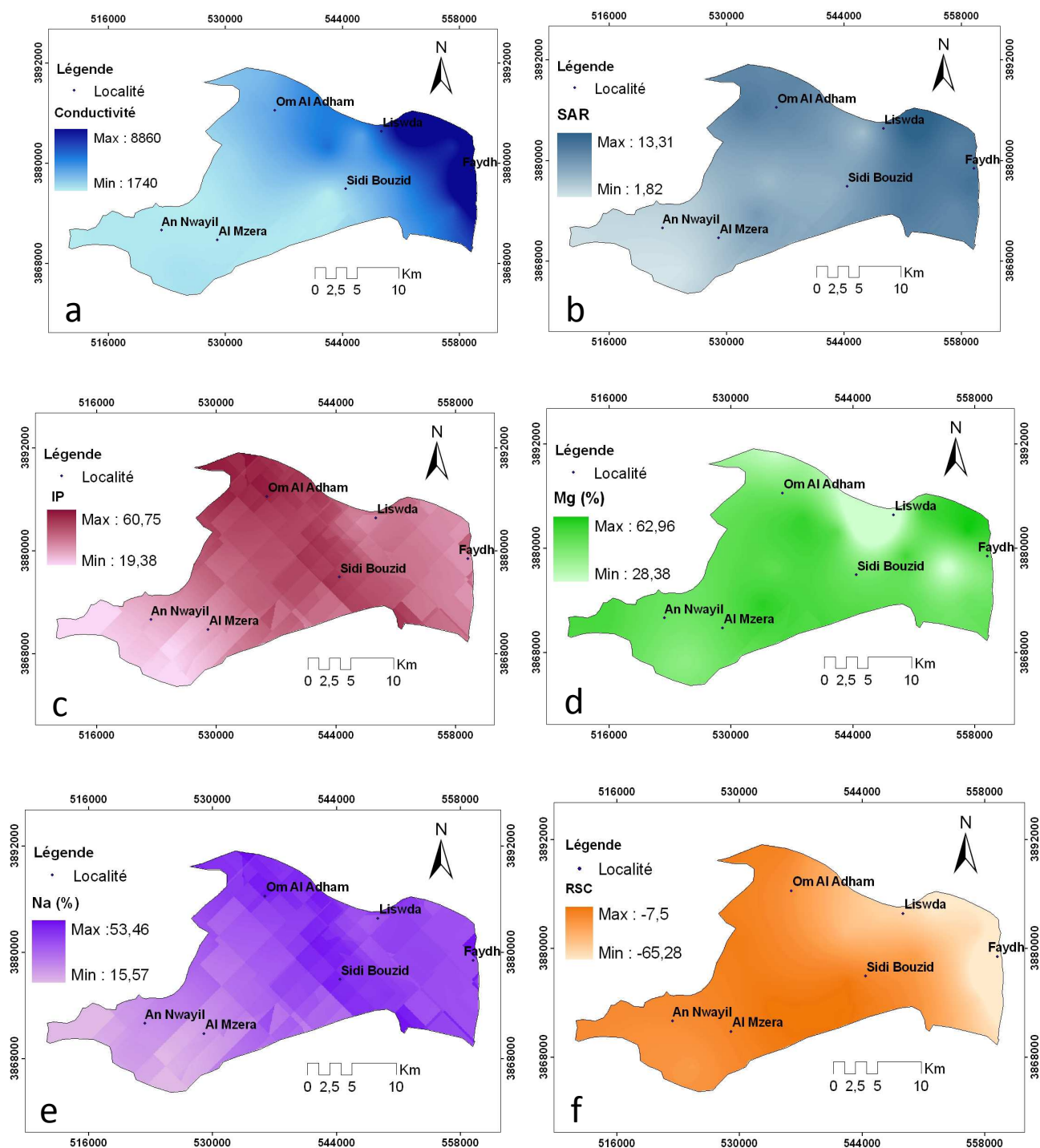


Fig. 8. La répartition spatiale des paramètres de qualité de l'eau d'irrigation dans la plaine de Sidi Bouzid : (a) CE, (b) SAR, (c) IP, (d) Mg%, (e) Na% et (f) RSC

ELABORATION DE CARTE DE QUALITE D'EAU POUR L'IRRIGATION

Les classes de qualité des eaux définies dans cette étude ont été cartographiées. Pour obtenir la carte finale de qualité on a fait recours à la superposition des différentes cartes obtenues des six paramètres déjà traités auparavant, on a attribué un poids à chaque paramètre afin de connaître le paramètre régissant le plus la qualité des eaux pour l'irrigation.

L'attribution des poids aux paramètres repose sur l'analyse statistique des six paramètres. Les résultats de cette analyse statistique de ces six paramètres sont présentés sous forme de minimum, maximum, moyenne, écart-type et coefficient de variation (tableau 9). Le tableau 9 montre que le paramètre le plus élevé est la conductivité électrique (moyenne = 3702,5). Basés sur les valeurs moyennes, ces paramètres sont classés dans l'ordre d'abondance suivant $CE > \%Mg > IP > \%Na > SAR > RSC$. Ce qui indique que le paramètre CE représente le grand risque sur la qualité des eaux.

En examinant le coefficient de variation (qui permet des comparaisons lorsque les unités de mesure sont différents) calculé pour chaque paramètre (tableau 9), on peut retenir une idée sur le degré de variation de la qualité des eaux imposé par chaque paramètre, on déduit que :

Le paramètre alcalinité résiduelle des eaux (RSC) contribue énormément à la variabilité de la qualité des eaux (62,65%) suivi par la conductivité électrique (53,17%) et Le rapport d'adsorption du sodium (SAR) (44,25 %). Les paramètres les plus statiques et qui ne contribuent pas beaucoup sur la qualité des eaux sont le pourcentage de sodium (28,52%), l'indice de perméabilité (25,35%) et le pourcentage en magnésium (13,94%).

On attribuant à chaque paramètre le poids convenable (tableau 10) quatre classes sont représentées sur la carte finale de la qualité (figure 9). L'intersection des cartes de répartition spatiale de ces paramètres donne une carte qui varie de l'excellente, bonne, médiocre à mauvaise eaux à l'irrigation successivement en allant du Sud Ouest (zone de recharge) vers le Nord (zone des dépressions salines). Selon les résultats obtenus 48,75% de la superficie de la plaine ont des eaux excellentes pour l'irrigation, 26,71% est bonne, 13,60 est médiocre et 10,94% n'est pas adaptée pour l'irrigation qui sont de mauvaise qualité dont ils ont une superficie respectivement d'environ 312 ; 171 ; 87 et 70 km².

Tableau 9. Statistique des paramètres indice de qualité d'eau d'irrigation

	COND	SAR	%Na	RSC	%Mg	IP
Maximum	8860	13,31	53,46	-7,5	62,96	60,75
Minimum	1740	1,82	15,57	-65,28	28,38	19,38
moyenne	3702,5	6,73	38,46	-24,05	55,17	43,69
Ecat-type	1968,83	2,98	10,96	15,06	7,69	11,07
Coefficient de variation (%)	53,17	44,25	28,51	62,65	13,94	25,35

Tableau 10. Poids des six paramètres indice de qualité d'eau pour l'irrigation

Paramètres indice de qualité	Poids
CE : conductivité électrique	2
SAR : rapport d'adsorption du sodium	1
RSC : alcalinité résiduelle des eaux	2
Na% : pourcentage en sodium	1
Mg% : pourcentage de magnésium	1
IP : indice de perméabilité	1

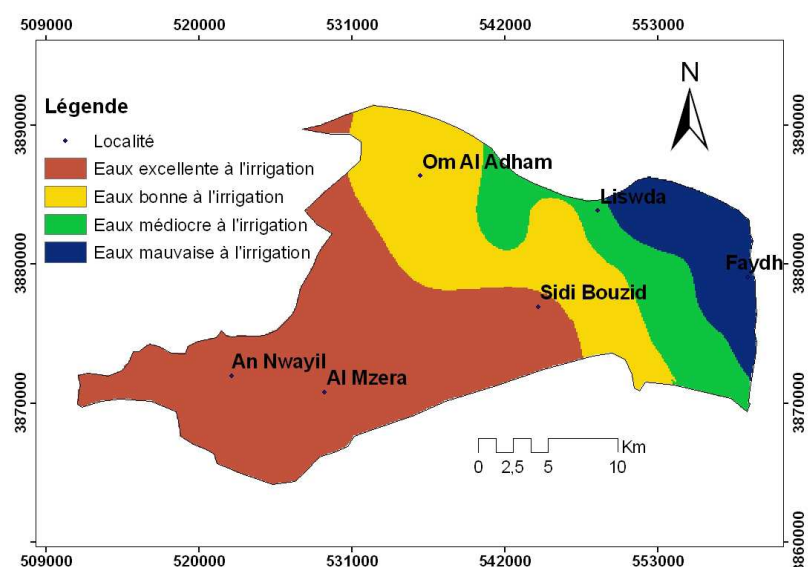


Fig. 9. La carte de qualité pour l'irrigation de l'aquifère phréatique de la plaine de Sidi Bouzid

5 CONCLUSION

L'étude hydrochimique des eaux souterraines de l'aquifère de la plaine de Sidi Bouzid a permis de caractériser cette ressource naturelle. Les analyses physicochimiques montrent que les eaux sont basiques et minéralisées dans l'ensemble. Les eaux de la région se regroupent autour de deux principales familles d'eaux dont les eaux chlorurées et sulfatées calciques et magnésiennes qui sont les plus rencontrées. La caractérisation hydrochimique a permis de montrer que les différents processus responsables de l'acquisition du chimisme des eaux souterraines sont principalement : le temps de séjours des eaux en contact avec l'encaissant, l'interaction ; la dissolution/précipitation des minéraux et d'une manière moindre l'infiltration des substances liées aux activités anthropiques. La plupart des eaux souterraines de la nappe phréatique de la zone d'étude sont légèrement sur-saturées vis-à-vis aux minéraux carbonatés (Aragonite, calcite et la dolomite) indiquant leur précipitation dans l'aquifère. Quelques échantillons sont sous-saturés par rapport aux minéraux carbonatés indiquant que ces minéraux peuvent se dissoudre par les eaux souterraines agressives. Les eaux souterraines sont sous-saturées en minéraux sulfatés (gypse, l'anhydrite et halite), indiquant que plus de minéraux de sulfate vont se dissoudre en augmentant leur état de saturation.

L'analyse en composante principale a montré que l'étude de la minéralisation des eaux souterraines étudiées dépend de trois facteurs principaux. Les écarts exprimés sont respectivement 59,66%, 18,77% et 8,60% pour la F1, F2 et F3. Les trois premiers facteurs (F1-F2-F3) comptent pour 87,04% et étaient suffisants pour l'étude. Le facteur 1 est essentiellement indiqué par la minéralisation totale, par les éléments majeurs chlore, sodium, Magnésium, potassium et sulfates et par les Traces cadmium, plomb et manganèse. Le facteur 2 est illustré par le zinc et le calcium. Le troisième facteur est recommandé par le fer et les bicarbonates. L'illustration graphique dans les plans factoriels a montré deux classes. La première catégorie comprend les échantillons d'eau avec la TDS la plus élevée dont l'acquisition ionique est contrôlée par le temps de séjour et la minéralisation et des teneurs en sulfates, en calcium et en manganèse. La deuxième classe contient les eaux modérément minéralisées. Elle est le plus souvent caractérisée par les valeurs de TDS qui sont les plus faibles. Les résultats obtenus à partir de l'APC confirment que les variables responsable de la minéralisation de l'eau sont principalement liées à la TDS et aux espèces ioniques en solution (SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et les éléments traces sont liées à des origines industrielles.

La pertinence des eaux souterraines à des fins d'irrigation a été évaluée à partir de six paramètres de qualité la conductivité électrique (CE), le pourcentage de magnésium (%Mg), indice de perméabilité (IP), le rapport d'adsorption du sodium (SAR), pourcentage en sodium (%Na) et de l'alcalinité résiduelle des eaux (RSC). 48,75% des eaux de cet aquifère sont excellente à l'irrigation qui sont situées à l'Ouest de la zone d'étude, pour le reste de l'aquifère il est souhaitable que ces eaux soient sous surveillance périodique.

Le modèle proposé, développé à l'aide de SIG, permet d'identifier facilement et localiser les risques potentiels liés à la qualité de l'eau d'irrigation à l'échelle régionale en vue de prendre des mesures préventives et correctives, ce qui nécessite une gestion prudente à l'échelle de l'exploitation

REFERENCES

- [1] N. Galoul, "Water resources and management in Tunisia," *International Journal of Water*, n°6, pp. 92- 116, 2011.
- [2] N. Gaaloul, "Gestion intégrée des ressources en eaux souterraines : cas de la plaine du Cap Bon," *La houille blanche*, no.5, pp. 38 – 44, 2008.
- [3] R. Koschel and M. Zarrouk, "Etude hydrogéologique préliminaire de la nappe phréatique de Sidi Bouzid". *DGRE, Tunis, Rapport interne*, 47p, 1976.
- [4] C. Jeong, "Mineral-water interaction and hydrogeochemistry in the Samkwang mine area, Korea," *Geochemical Journal*, no. 35, pp. 1 – 12, 2001.
- [5] W. Aydi, S. Saidi, M. Chalbaou, S. Chaibi, H. Ben Dhia, "Evaluation of the Groundwater Vulnerability to Pollution Using an Intrinsic and a Specific Method in a GIS Environment: Application to the Plain of Sidi Bouzid (Central Tunisia)," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 2013, no. 38, pp. 1815 – 1831, 2013.
- [6] A. M'Rabet, "Le crétacé inférieur en Tunisie," *Thèse Doc., Univ. Paris VI, France*. 78p, 1973.
- [7] J. Ouali, "Structure et évolution géodynamique du chaînon Nara- Sidi Khalif (Tunisie centrale)," *Thèse Doc., Univ. Rennes-I, France*, 234p, 1984.
- [8] A. Kadri, "Evolution tectonosédimentaire (Aptien-Quaternaire) des Jebels Koumine, Hamra et Lessouda (Tunisie centrale)," *Thèse Doc., Univ. Paris Sud, Centre d'Orsay, France*. 183p, 1988.
- [9] M. Rabhi, "Contribution à l'étude stratigraphique et analyse de l'évolution géodynamique de l'Axe Nord-Sud et des structures avoisinantes (Tunisie centrale)," *Thèse Doc., Fac. Sci. Tunis, Tunisie*, 238p, 1999.
- [10] L. Dassi, "Etude hydrogéologique, hydrochimique et isotopique du système aquifère du bassin de Sbeitla (Tunisie centrale)," *Thèse Doc., Fac. Sci. Sfax, Tunisie*, 324p, 2004.
- [11] H. Azaiez, H. Gabtni, I. Bouyahya, D. Tanfous, S. Haji, M. Bedir, "Lineaments Extraction from Gravity Data by Automatic Lineament Tracing Method in Sidi Bouzid Basin (Central Tunisia): Structural Framework Inference and Hydrogeological Implication," *International Journal of Geosciences*, vol. 2, no.4, pp. 373-387, 2011.
- [12] A.M. Piper, "A graphical procedure in the geochemical interpretation of water," *Trans Am Geophys Union*, pp. 914–928, 1944.
- [13] H. Schoeller, "Geochemistry of groundwater. In Groundwater studies," *An international guide for research and practice, UNESCO, Paris*, 18p, 1977.
- [14] S. Sabljak, "Hydrochimie et hydrodynamique de la nappe phréatique au Noger Sud oriental," *Diplôme des études approfondies, Univ. Paris Sud, France*, 187p, 1998.
- [15] I. Chenini, A. Ben Mammou, "Hydrochimie et caractérisation qualitative des ressources en eaux d'un système aquifère multicouche en zone aride : application au bassin de Maknassy (Tunisie centrale)," *Sécheresse*, vol. 20, no. 2, pp. 217-222, 2009.
- [16] P. Bhattacharya, O. Sracek, B. Eldvall, R. Asklund, G. Barmen, G. Jacks, J. Koku, J.E. Gustafsson, N. Singh, B. Brokking Balfors, "Hydrogeochemical study on the contamination of water resources in a part of Tarkwa mining area, Western Ghana," *Journal of African Earth Sciences*, Elsevier, pp. 72-84, 2012.
- [17] B.J. Merkel, P.F. Britta, "Groundwater Geochemistry : A practical guide to modeling of natural and contaminated aquatic systems," *Springer*, 208p, 2002.
- [18] D.L. Parkhurst, C.A.J. Appelo, "Description of Input and Examples for PHREEQC Version 3-A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical calculations," *U.S. Geological Survey Techniques and Methods*, 497p, 2013.
- [19] G. Qian, G. Gabor, R. P. Gupta, "Principal components selection by the criterion of the minimum mean difference of complexity," *Journal of Multivariate Analysis*, vol. 49 pp. 55-75, 1994.
- [20] V. Cloutier, R. Lefebvre, R. Therrien, M.M. Savard, "Multivariate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydro-geochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system," *Journal of Hydrology*, vol. 353, no. 3, pp. 294-313, 2008.
- [21] A. Baccini, "Statistique Descriptive Multidimensionnelle". *Publications de l'Institut de Mathématiques de Toulouse*, 33p, 2010.
- [22] F. Hamzaoui-Azaza, R. Bouhlila, M. Gueddari, "Geochemistry of fluoride and major ion in the groundwater samples of Triassic aquifer (South Eastern Tunisia), through multivariate and hydrochemical techniques," *Journal of Applied Sciences Research*, vol. 5, no. 11, pp. 1941–1951, 2009.

- [23] K. A. Michel, Y. K. Alphonse, A.A. Yves, B. Jean, "Application of statistical and Hydrochemical methods to the analysis of the groundwater in the Guiglo-Duekoué area (Western area of Ivory Coast)," *International journal of geomatics and geosciences*, vol. 2, no. 4, pp. 939-952, 2012.
- [24] R. Santos, L. Ribeiro, A. Carvalho Dill, "The use of multivariate statistical analysis to evaluate spatial and temporal water contamination in Germunde coal mine (Portugal)," *The 9th International Mine Water Congress*, pp. 439- 450, 2005.
- [25] M. Ben Alaya, S. Saidi, T. Zemni, F. Zargouni, "Suitability assessment of deep groundwater for drinking and irrigation use in the Djefara aquifers (Northern Gabes, south-eastern Tunisia)," *Environmental Earth Sciences*, vol. 71, pp. 9 -41, 2013.
- [26] S. Amrani, S. Hinaje, "Utilisation des analyses hydrogéochimiques et des analyses en composantes principales (A.C.P) dans L'explication du chimisme des eaux souterraines de la Nappe plio-quaternaire entre Timahdite et Almis Guigou (moyen atlas, maroc)," *ScienceLib Editions Mersenne*, no. 6, pp. 1-14, 2014.
- [27] A. Mustapha, A. Z. Aris, "Multivariate statistical analysis and environmental modeling of heavy metals pollution by industries," *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 21, no. 5, pp. 1359 – 1367, 2012.
- [28] Y. Nazzal, F. K. Zaidi, I. Ahmed, H. Ghrefat, M. Naeem, N. S.N. Al-Arifi, S. A. Al-Shaltoni, K. M. Al-Kahtany, "The combination of principal component analysis and geostatistics as a technique in assessment of groundwater hydrochemistry in arid environment," *Current Science*, vol. 108, no. 6, pp. 1138- 1145, 2014.
- [29] G. Huang, Z. Chen, J. Sun, "Water quality assessment and hydrochemical characteristics of groundwater on the aspect of metals in an old town, Foshan, south China," *Journal of Earth System Science*, vol. 123, no. 1, pp. 91 – 100, 2014.
- [30] M. Usman, R. Liedl , U.K. Awan, "Spatio-temporal estimation of consumptive water use for assessment of irrigation system performance and management of water resources in irrigated Indus Basin, Pakistan," *Journal of Hydrology*, vol. 525, pp. 26-41, 2015.
- [31] J. L. Costa, V. C. Aparicio, "Quality assessment of irrigation water under a combination of rain and irrigation," *Agricultural Water Management*, vol. 159, pp 299-306, 2015.
- [32] T. Subrahmani, L. Elango, S.R. Damodarswamy, "Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Chithar river basin, Tamil Nadu, India," *Environmental Geology*, vol. 47, pp. 1099– 1110, 2005.
- [33] L. A. Richards, "(US Salinity Laboratory) Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils," *US Department of Agriculture hand book*, 60p, 1954.
- [34] G. Narasimha, A. Sridevi, V. Buddolla, C.M. Subhosh, R. B. Rajasekhar, "Nutrient effects on production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger*," *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, no. 5, pp. 472- 476, 2006.
- [35] H. M. Raghunath, "Ground Water, 2nd Edition" *New age international publishers*, 522p, 2003.
- [36] M. Vasanthavigar, K. Srinivasamoorthy, K. Vijayaragavan, R. Rajiv Ganthi, S. Chidambaram, P. Anandhan, S. Vasudevan, "Application of water quality index for groundwater quality assessment: Thirumanimuttar sub-basin, Tamilnadu, India," *Environnementan Monitoring and Assessment*, vol.171, pp. 595-609, 2010.
- [37] L. D. Doneen, "Notes on water quality in agriculture," Water Science and Engineering Paper, *University of California*, 1964.
- [38] R. S. Ayers, D. W. Westcot, "Water quality for agriculture FAO irrigation and drain," no. 29, 109 p, 1985.
- [39] G. Udayalaxmi, D. Himabindu, G. Ramadass, "Geochemical evaluation of groundwater quality in selected areas of Hyderabad. AP, India," *Indian Journal of Science and Technoogy*, vol. 3, no. 5, pp. 546-553, 2010.

Contribution à l'étude Géochimique des formations géologiques du volcan Nyiragongo : Cas du Cône du Lac Vert à Goma, Nord-Kivu, RD Congo

[Contribution to Geochemical study of geological formations of the Nyiragongo volcano: Case of the Lac Vert cone in Goma, North Kivu, DR Congo]

Gloire KWETU SAMBO¹, Katcho KARUME², Honore CIRABA Mateso¹, Toussaint MUGARUKA BIBENTYO⁴, Célestin KASEREKA MAHINDA¹, Albert KYAMBIKWA MILUNGU³, Ephrem KAMATE KALEGHETSO¹, and Flavien KITUMAINI MUKENGERE¹

¹Département de Géodésie et Déformations, Observatoire Volcanologique de Goma, Nord-Kivu, RD Congo

²Département de Géochimie et Environnement, Observatoire Volcanologique de Goma, Nord-Kivu, RD Congo

³Département de Sismologie, Observatoire Volcanologique de Goma, Nord-Kivu, RD Congo

⁴Département de Géologie, Université Officielle de Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2016 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 deals with the geochemistry of lava and pyroclastic rocks of the Lac Vert cone. We present the results of geochemical analyses of major and trace elements performed at the University of Naples. The results showed that these rocks are primarily nephelinite - ultrabasic very rich in iron and have calc-alkaline affinities. The geochemical compositions of lavas and pyroclastic rocks of cone of Lac Vert demonstrated a positive correlation with lavas from the 1977 and 2002 Nyiragongo eruption. The different graphs showed that these lavas and pyroclastic rocks are associated with divergent plate margins (basalt sea floor, OFB); they originated in the spreading seafloor zones specifically in alkaline basalts sclerosed on the island of the ocean. The petrogenetic model likely established through geochemical analysis shows that these rocks are from a calc-alkaline volcanism developed in an oceanic expansion and then they finally migrated to a framework of transitional continental rift before the eruption. Partial melting and fractional crystallization of mantle rich in Anorthite, olivine, clinopyroxene orthopyroxene, magnetite,... would have generated the magma. These geochemical and petrological characteristics of the lavas and pyroclastic rocks around the Lac Vert cone are the same as those of the Nyiragongo. This justifies the affiliation of the Lac Vert cone to Nyiragongo volcano.

KEYWORDS: Lavas, nephelinite, pyroclastic rocks, major elements, geochemistry, cone.

RESUME: Ce travail porte sur la géochimie des laves et roches pyroclastiques du cône du Lac Vert. Nous présentons les résultats des analyses géochimiques des éléments majeurs et en traces effectués à l'Université de Naples. Les résultats ont montré que ces roches sont principalement des Nephelinite - ultrabasique très riches en fer et présentent des affinités calco-alkaline. Les compositions géochimiques des laves et des produits pyroclastiques du cône du lac vert établissent une corrélation positive avec les laves du Nyiragongo issues de l'éruption 1977 et 2002. Les différents graphiques ont montré que ces laves et ces roches pyroclastiques sont associées aux marges de plaques divergentes (basaltes de plancher océanique, OFB) ; elles tirent leur origine dans les zones d'expansion océanique précisément dans les basaltes alcalins en plaques sur l'île océanique. Le modèle pétrogénétique probable établi grâce aux analyses géochimiques montre que ces roches sont issues d'un volcanisme calco-alkalin mis en place dans une expansion océanique et ensuite elles ont migrées finalement sur un cadre de rift continental transitoire avant l'éruption. La fusion partielle et la cristallisation fractionnée du manteau riche en Anorthite, olivine, clinopyroxène orthopyroxènes, magnétite,... auraient générés le magma. Ces caractéristiques

géochimiques et pétrographiques des laves et roches pyroclastiques du cône de lac Vert sont les mêmes que ceux du Nyiragongo. C'est qui justifie le rattachement du cône du lac vert au volcan Nyiragongo.

MOTS-CLEFS: Laves, néphéline, roches pyroclastiques, éléments majeurs, géochimie, cône.

1 INTRODUCTION

La zone d'étude est un cône volcanique du volcan Nyiragongo appelé cône du Lac Vert. Ce cône se situe dans la partie Sud de la ville de Goma, Commune de Goma, quartier Lac Vert à environ treize kilomètres du centre ville, au Nord-Kivu, en République Démocratique du Congo.

Le cratère principal du volcan Nyiragongo est le site d'un lac de lave plus ou moins permanent (Tazieff, 1984) et les activités anciennes de ce volcan avaient formé plus de cinquante six cônes volcaniques (K. Mahinda C. 2001). Le cône principal actif du Nyiragongo forme le centre d'une arête comprenant les cônes stratovolcans dormants de Shaheru dans le Sud et Baruta dans le Nord (T. Andersen et al. 2012). Ces trois cônes sont constitués par des laves et des roches pyroclastiques dont la composition varie de basalte alcalin à olivine et à néphéline, néphéline leucite, néphéline mélilitite, et mélilitite (Demant et al, 1994; 2004 ; Sahama, 1978 ; Toscani et al., 1990). Dans les néphélines hyperalcalines au Nyiragongo, le titane est hébergé dans des assemblages de minéraux avec Ti-riche en magnétite $\pm$ perovskite $\pm$ Ti-clinopyroxène $\pm$ götzenite (T. Andersen et al., 2012).

Toutes les laves de Nyiragongo sont feldspathoidal, sans feldspath modale détecté (Denaeyer, 1975). Les analyses des roches du Nyiragongo faites par Denaeyer et al. (1965), Denaeyer (1972), Sahara et Meyer (1958), Demant et al. (1994), Sahara (1978), ont montré que les données chimiques aboutissent aux Néphélines, Leucites, Clinopyroxènes, Mélilitites, Olivines, Magnétites et Perovskites avec des détails d'autres minéraux dont Götzenite, Delheyelite, Combeite et Andremeyerite.

Selon Baker et al. 1971, Furman (2007), le volcanisme dans le système du Rift Est Africain comprend les roches acides, intermédiaires, mafiques alcalines et magmatiques ultrabasiques avec des compositions entre les volcanites contrastées au nord et au sud.

Etant donné que d'autres cônes du Nyiragongo n'ont été connus que trop peu d'études géologiques, nous allons attirer notre attention sur les formations géologiques du cône du Lac Vert. Ce travail est une contribution à l'étude géochimique des laves et roches pyroclastiques du cône du Lac Vert ; en essayant de déterminer leurs caractéristiques, leurs nomenclatures, leur origine et leur mise en place ; et établir ensuite un modèle génétique et géodynamique fiable.

Enfin, une comparaison de la géochimie des laves et roches pyroclastiques du cône du lac Vert et ceux du Nyiragongo est faite pour justifier le rattachement de ce cône au Nyiragongo. Ce travail est une poursuite de la recherche géochimique du magmatisme du volcan Nyiragongo à travers le cône du lac Vert.

2 METHODES

Ce travail était réalisé sur le cône du Lac Vert, situé dans la ville de Goma en province du Nord-Kivu au point de coordonnées 1°36'49.43"S et 29°08'06.65"E, élévation de 1471m.



Fig. 1. LAC VERT, Photo prise le 3/12/2015, par Google Earth

Une revue de littérature précédée des travaux de terrain ainsi que plusieurs échantillonnages ont été effectués autour du cône du Lac Vert ; les échantillons ont été répartis en cinq groupes selon la proximité d'échantillonnage. L'analyse des éléments majeurs et en traces a été effectuée par fluorescence X (XRF) à l'aide d'un instrument Panalytical Axios à l'université de Naples.

Les Courbes d'étalonnage et les essais analytiques avancés ont été effectués en utilisant les normes internationales des roches (BHVO-1, W-2, BE-N et JB-3) décrit dans Flanagan (1976, 1984), l'abbaye de (1983), et Imai et al. (1995) sous une incertitude de l'ordre de 1 à 2% pour les éléments majeurs et de 5 à 10% pour les oligo-éléments. L'interprétation des données géochimiques était faite principalement en utilisant des graphiques, de relations élémentaires et l'abondance dans la croûte terrestre.

L'interprétation des résultats d'analyses était faite en utilisant les diagrammes de classification géochimique des roches développés dans l'ouvrage « *Using Geochemical Data : Evaluation, Presentation, Interpretation*. de HUGH R. Rollinson, 1992». Les méthodes d'analyse développées dans cet ouvrage, nous a permis de répondre aux objectifs de ce travail.

Le diagramme AFM ($A=Na_2O+K_2O$, $F=FeO_t$, $M=MgO$) (Irvine et Baragar, 1971) et le diagramme SiO_2-K_2O (Peccerillo and Taylor 1976), ont permis de classer les laves et produits pyroclastique du cône de lac Vert en fonction de la série calco-alcaline et tholéitique. La teneur en fer dans les roches a été déterminée en utilisant le diagramme $Fe+Ti-Al+Mg$ de Jensen, 1976.

Les diagrammes TAS ($Na_2O+K_2O-SiO_2$) de LeBas et al., 1986), Middlemost (1994) et le diagramme Cox et al. (1979) ont déterminé si les laves et les produits pyroclastiques sont ultrabasiques, basiques, intermédiaires ou acides.

Les diagrammes R_1-R_2 De la ROCHE et al (1980), $Nb/Y-Zr/TiO_2$ Winchester + Floyd (1977), ont aidé aussi à confirmer la classification des roches. La pétrographie des roches a été faite en utilisant le diagramme Feldspath-triangular Ab-An-Or (O'Connor, 1965).

Les diagrammes V (ppm) - Ti (ppm) 1000, $2xNb-Zr/4 - Y$, $Zr/Y - Zr$, $FeO^T - MgO - Al_2O_3$ ont permis de déterminer l'origine, de la genèse et de la géodynamique des laves et des roches pyroclastiques du cône de Lac Vert.

3 RESULTATS D'ANALYSES

- Les résultats de la géochimie des éléments majeurs sont présentés dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 : Résultats des analyses des éléments majeurs des échantillons du cône du Lac Vert

CODE DE L'ECHANTILLON	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
LV1	39,89	3,05	10,62	12,23	0,22	9,07	16,24	5,53	1,30	1,43	1,21
LV2	40,17	3,14	10,52	12,65	0,22	8,71	16,30	3,94	2,62	1,28	0,95
LV3	40,54	2,79	13,40	12,13	0,26	5,41	12,85	5,49	5,09	1,47	-0,34
LV4	41,68	2,80	12,83	13,44	0,29	6,02	13,25	4,49	3,56	1,00	0,36
MG002	40,38	3,27	12,28	14,39	0,30	5,96	13,30	3,36	4,96	1,19	3,09
W2 standard measured	52,09	1,06	15,33	10,88	0,16	6,61	10,76	2,22	0,66	0,14	
W2 standard certified	52,44	1,06	15,35	10,74	0,16	6,37	10,87	2,14	0,63	0,13	
BE-N standard measured	39,56	2,70	10,72	13,31	0,21	12,81	14,33	3,46	1,46	1,04	
BE-N standard certified	39,56	2,70	10,43	13,30	0,21	13,62	14,36	3,29	1,44	1,09	
BHVO-1 standard measured	48,29	2,70	14,16	12,86	0,17	7,00	11,46	2,51	0,50	0,18	
BHVO-1 standard certified	49,68	2,70	13,73	12,17	0,17	7,19	11,34	2,25	0,52	0,27	
JB-3 standard measured	50,96	1,29	17,13	11,28	0,18	5,24	9,84	2,90	0,78	0,26	
JB-3 standard certified	50,85	1,44	16,83	11,84	0,16	5,18	9,82	2,81	0,78	0,29	

➤ Les résultats de la géochimie des éléments en trace sont présentés dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2 : Résultats des analyses des éléments en traces des échantillons prises sur le cône du lac Vert

CODE DE L'ECHANTILLON	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Cr	Ni	Sc	V	La	Ce	Rb/Ba
LV1	20	1643	29	267	127	814	380	169	24	426	105	220	-0.52976
LV2	78	1544	30	268	126	1029	395	155	27	466	115	210	-0.51417
LV3	117	2145	37	285	176	2051	10	37	12	395	160	315	-0.57737
LV4	97	2722	43	275	231	1988	50	55	13	470	187	355	-0.57562
MG002	130	2306	42	363	185	1922	27	45	14	428	159	325	-0.49402
W2 standard measured	19	192	22	97	8	169	94	71	39	256	8	31	19
W2 standard certified	20	194	24	94	8	182	93	70	35	262	11	24	20
BE-N standard measured	51	1353	31	263	100	1086	348	267	27	302	81	157	51
BE-N standard certified	47	1370	30	265	100	1025	360	267	22	235	82	152	47
BHVO-1 standard measured	9	377	29	177	19	143	278	119	35	360	4	35	9
BHVO-1 standard certified	11	403	28	179	19	139	289	121	32	317	16	39	11
JB-3 standard measured	15	387	27	101	4	256	61	43	34	431	17	25	15
JB-3 standard certified	13	395	28	99	2	251	60	39	35	383	9		13

4 DISCUSSIONS

L'interprétation des résultats d'analyses a été faite en utilisant les diagrammes de classification suggérés par Hugh R. Rollinson, 1992.

DIAGRAMMES DE CLASSIFICATION

Les teneurs en éléments majeurs des échantillons ont été reportées dans différents diagrammes de classification, afin de mettre en évidence l'affinité des séries étudiées.

AFM plot (Irvine and Baragar 1971)

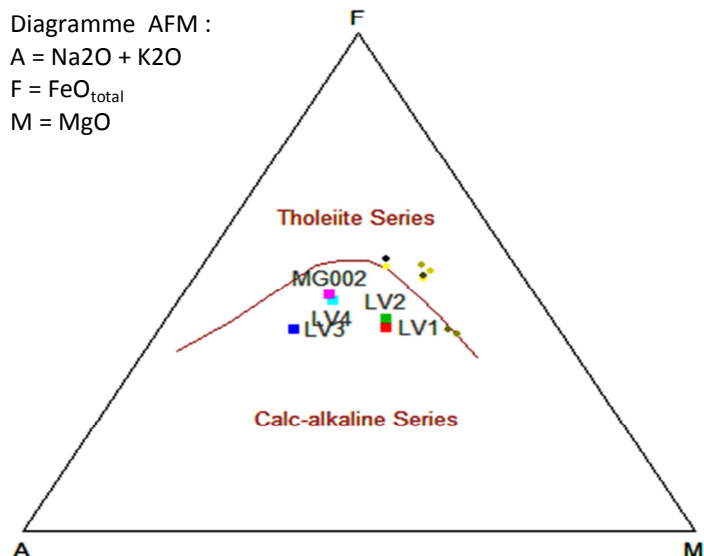


FIGURE 2 : Diagramme AFM

SiO₂-K₂O plot (Peccerillo and Taylor 1976)

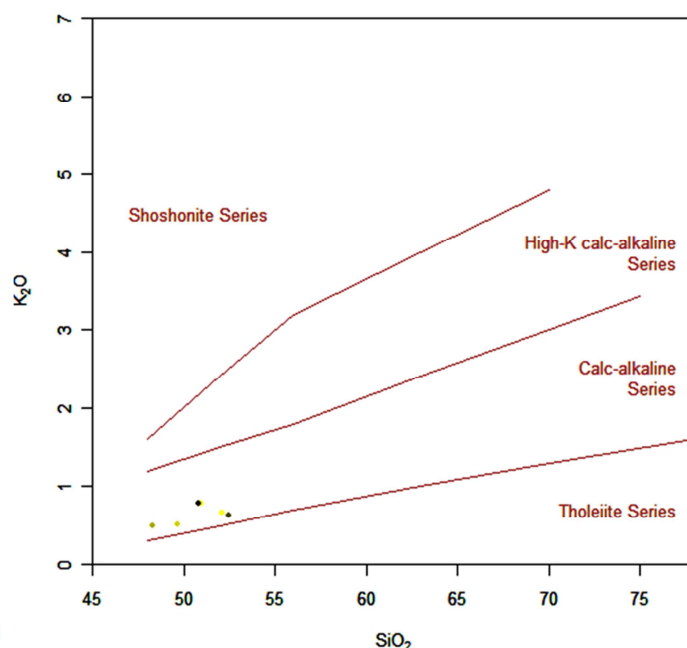


FIGURE 3 : Diagramme SiO₂-K₂O

Le diagramme ternaire AFM (Irvine et Baragar, 1971) et le diagramme binaire SiO₂ vs K₂O (Peccerillo and Taylor, 1976) montrent que les roches étudiées manifestent principalement une affinité à la série calco-alkaline (roches à feldspaths alcalins et plagioclases).

La série calco-alkaline est caractéristique des zones de subduction océan-continent. Les termes peu différenciés (basaltes) y sont rares en raison de l'épaisseur de la croûte continentale, qui s'accompagne d'une différenciation importante. Elle est caractéristique des domaines orogéniques et de convergence où la croûte océanique plonge dans la zone de subduction soit sous une croûte océanique : arc insulaire, soit sous une croûte continentale : marge active (ceinture circumpacifique; province méditerranéenne) (Jacques Delfou, 1984).

Cette série est riche en K₂O. Le rapport Na-K/SiO₂ est plus fort. Na est dominant par rapport à K (Tableau 1).

TAS (Middlemost 1994)

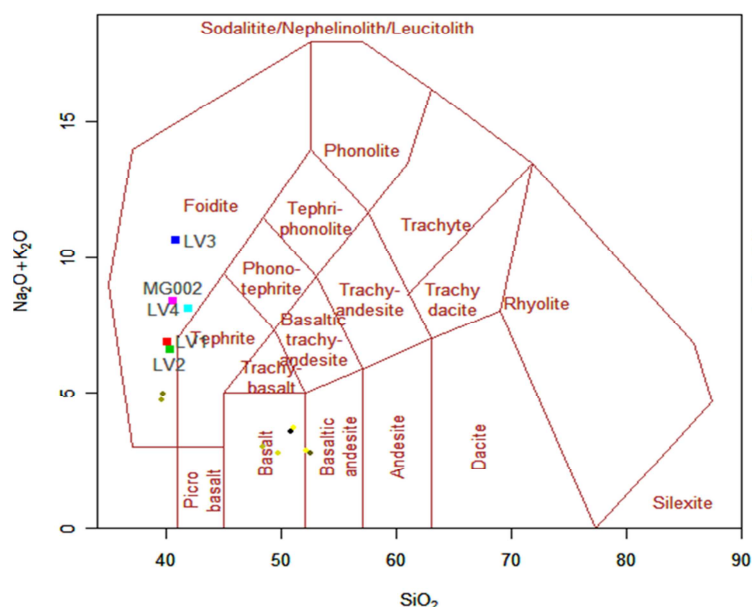


FIGURE 4 : Diagramme TAS (Middlemost 1994)

TAS (Cox et al. 1979)

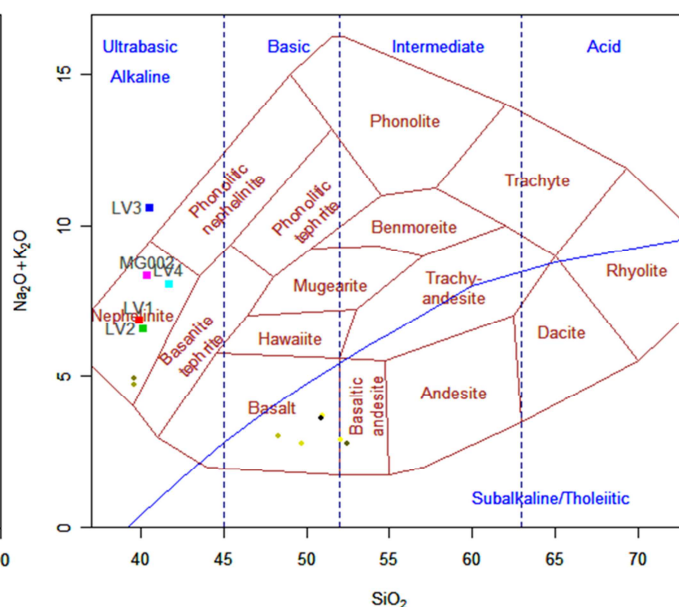


FIGURE 5 : diagramme binaire TAS (Cox et al. 1979)

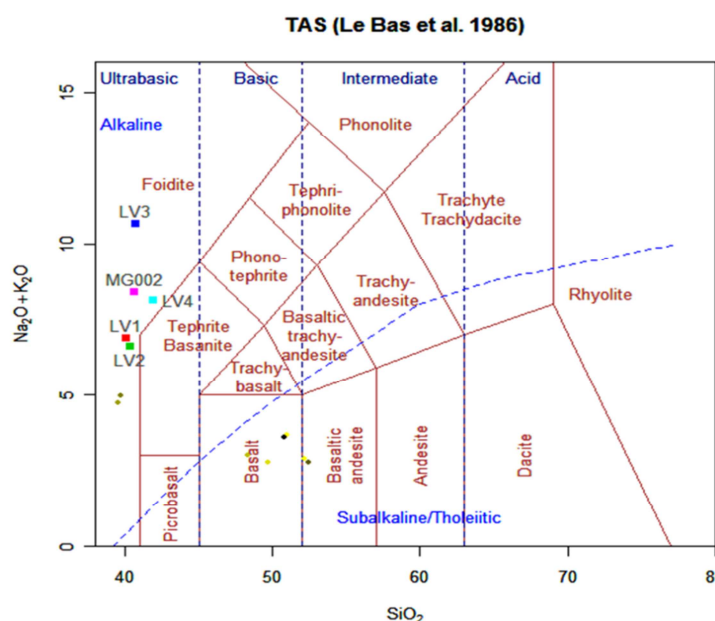


FIGURE 6: Diagramme TAS (LeBas et al. 1986)

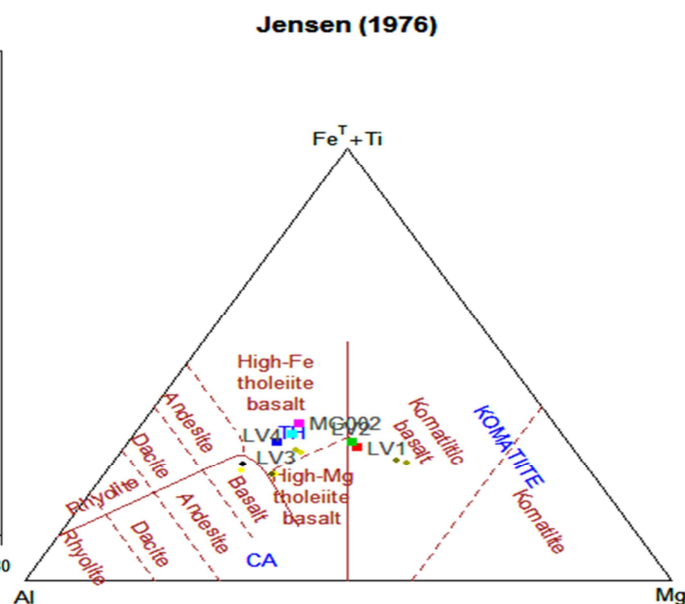


FIGURE 7 : Jensen (1976)

Les laves et les roches pyroclastiques du cône de Lac Vert sont caractérisées par des teneurs de SiO_2 faibles allant de 39,56 à 41,68 % en poids. Elles ont des teneurs modérées en Al_2O_3 de 10,52 à 13,40 %. Les niveaux d'abondance Na_2O et K_2O sont élevés respectivement ($> 3,94\%$) et ($> 1,30\%$), et une très forte teneur en CaO ($> 12,85\%$).

Comme le démontre le diagramme Middlemost (1994) nous trouvons que ces laves et roches pyroclastiques ont une composition chimique en K_2O et Na_2O (alcalin) élevée. Tous les échantillons ont TiO_2 et P_2O_5 élevés (tableau 1). Dans tous les échantillons LOI enregistré est faible (-0.34 à 3.09).

Sur le diagramme de $\text{Fe}^T - \text{Al} - \text{Mg}$ selon Jensen 1976 (FIGURE 7) et les diagrammes binaires TAS selon Cox et al. (1979), Middlemost (1994), LeBas et al. (1986), démontrant l'expression de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ vs SiO_2 (FIGURE 5), (FIGURE 4), (FIGURE 6), les roches sont principalement des **Néphélinite ultrabasique alcaline très riches en fer**. Le fer est signalé comme Fe_2O_3 .

Par définition, les roches ultrabasiques ou ultramafiques sont des roches magmatiques et méta-magmatiques très pauvres en silice, moins de 45 % en masse, d'où leur caractère basique, et contenant plus de 90 % de minéraux riches en fer et magnésium (caractère mafique : Mg et Fe). Les roches ultramafiques sont classées selon leur teneur relative en olivine et ortho- ou clino-pyroxènes. Le manteau terrestre est considéré comme étant composé de roches ultramafiques (Sophie RAOUS, 2011).

La Néphélinite est une roche ignée à grain fin ou aphanitique composée presque entièrement de néphéline et clinopyroxène. La présence de ces roches sur les îles et monts sous-marins océaniques démontre qu'au moins certains des magmas parentaux peuvent être générés dans le manteau et que ces magmas peuvent évoluer dans un environnement éloigné de toute contamination possible par des matériaux de la croûte continentale (Jean-Philippe Clément, 2002 ; <http://www.alexstrekeisen.it/english/vulc/tephriticleucitite.php>)

La genèse des roches mafiques moins communes telles que néphélinite est généralement attribuée à plus d'une des trois causes suivantes: pression relativement élevée de la fusion, degré de fusion fractionnée relativement faible dans une source du manteau, du dioxyde de carbone dissous dans la masse fondue relativement élevée. La Néphélinite se trouve sur les îles océaniques telles que Oahu, bien que le type de roche soit très rare dans les îles hawaïennes.

Le Nyiragongo est connue pour son activité de lac de lave permanente et pour ses laves en néphélinite métilite.

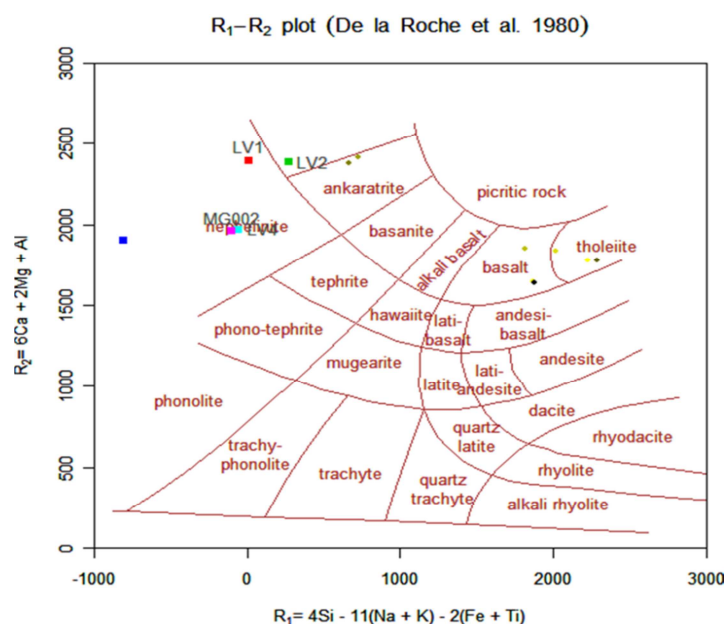


FIGURE 8 : Diagramme R_1, R_2

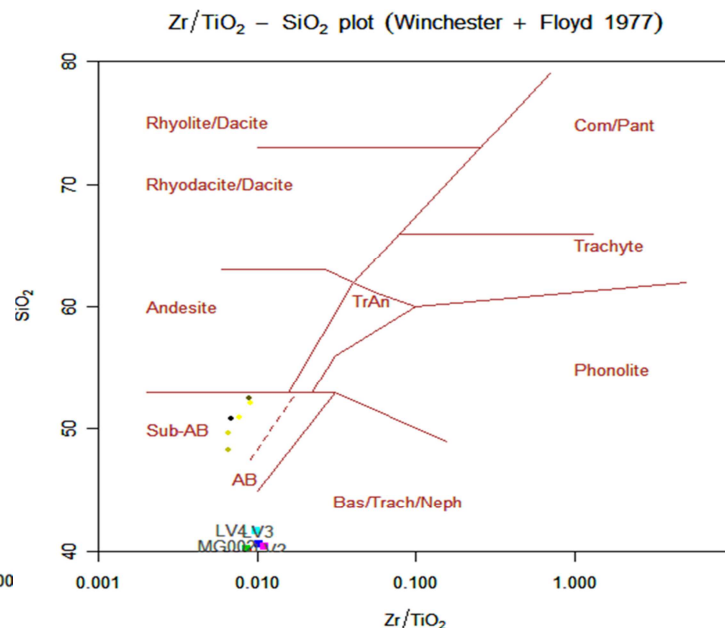


FIGURE 9 : Diagramme $Zr/TiO_2 - SiO_2$

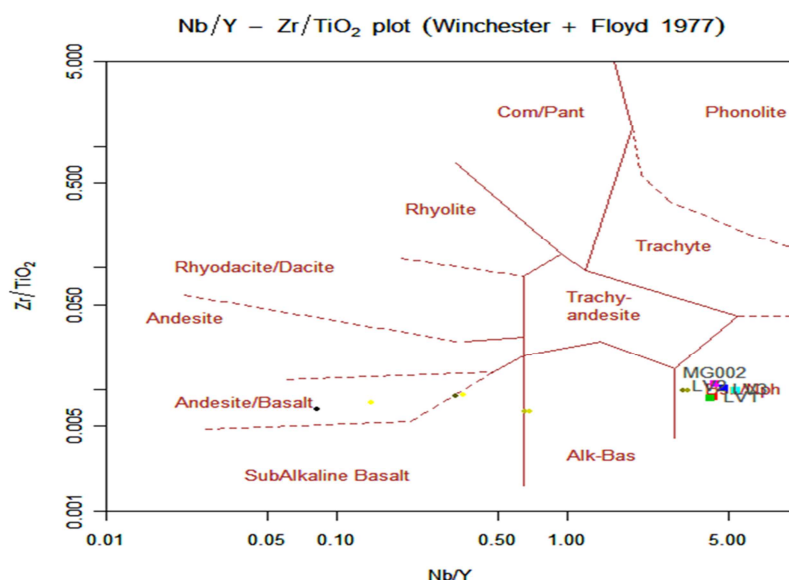


FIGURE 10 : Diagramme $Nb/Y - Zr/TiO_2$ (Winchester + Floyd 1977)

Les laves que nous avons analysées sont en grandes partie moins altérées. Elles avaient une texture fines. Suivant la classification dans le diagramme de la Roche et al (1980) et de Winchester et Floyd (1977), (Figure 8, 9 et 10) des roches, nous trouvons les mêmes résultats que sur les diagrammes binaires sur les figures 4,5 et 6.

En se basant sur les Figure 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 nous remarquons que les laves analysées ont les mêmes comportements géochimiques. Elles sont des Nephelinites ultrabasiques très riches en Fer et elles appartiennent à la série calco-alcaline.

Ces laves et roches pyroclastiques présentent donc une corrélation positive par rapport aux laves et produits pyroclastiques du Nyiragongo (Demant A. et al., 1994) ; cela revient à justifier l'hypothèse selon laquelle le cône Lac Vert est rattaché au Nyiragongo.

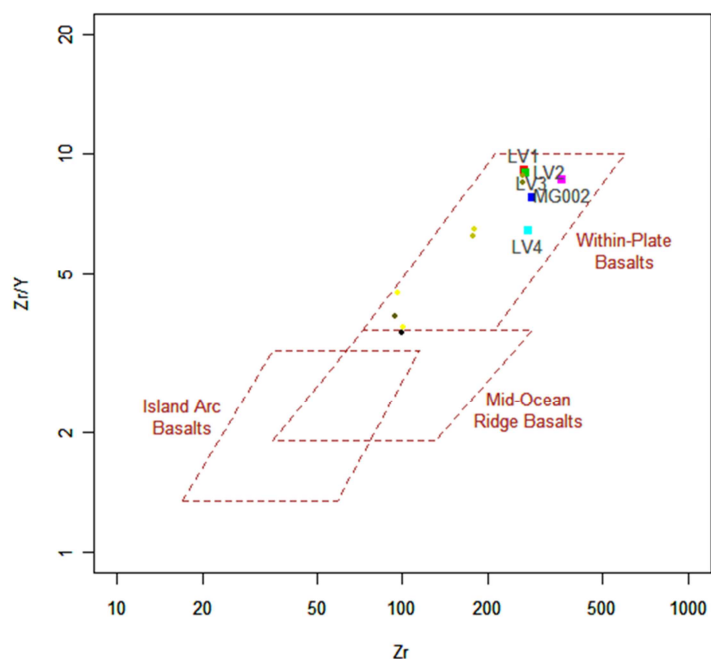


FIGURE 11: AI: Within Plate alcali Basalts;

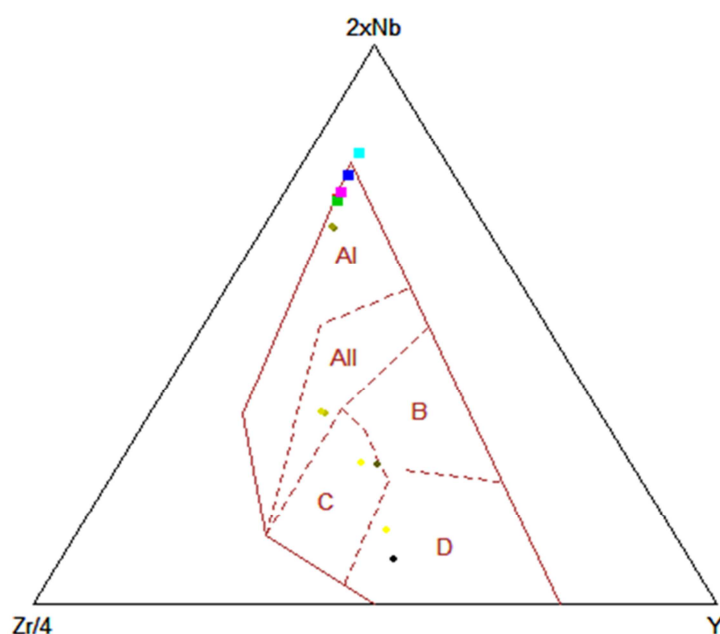


FIGURE 12: Diagramme Zr/Y-Zr

B: E-Types MORB;
C: within plate tholeiites and volcanic-arc basalts,
D: N-types MORB and volcanic arc basalts
AII: Within Plate alcali Basalts and within plate tholeiites

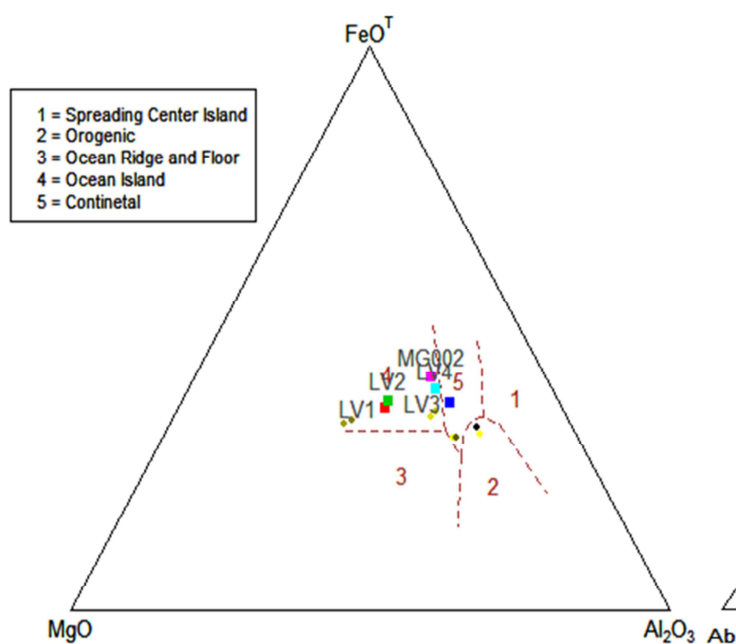


FIGURE 13: Diagramme FeO^T - MgO - Al_2O_3

Feldspar triangle (O'Connor 1965)

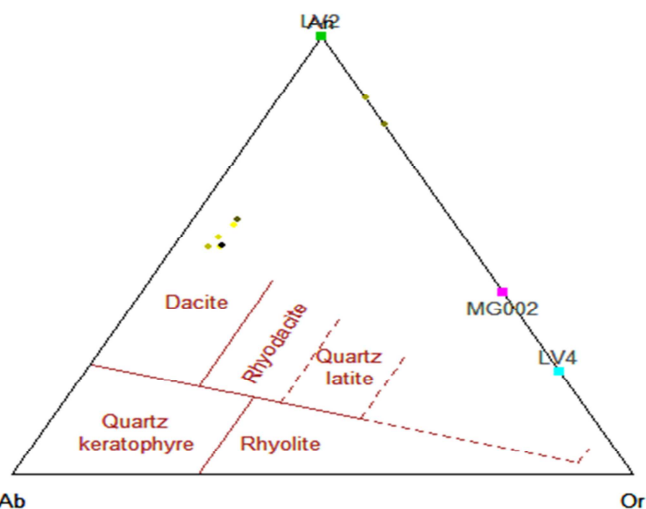


FIGURE 14 : Diagramme An - Ab - Or

1. Spreading Centres, Island Basalt;
2. Orogenic (Island Arc and Continental Margin) Basalt;
3. Mid-Ocean Ridge and Ocean Floor Basalt;
4. Ocean Island Basalt;
5. Continental basalt.

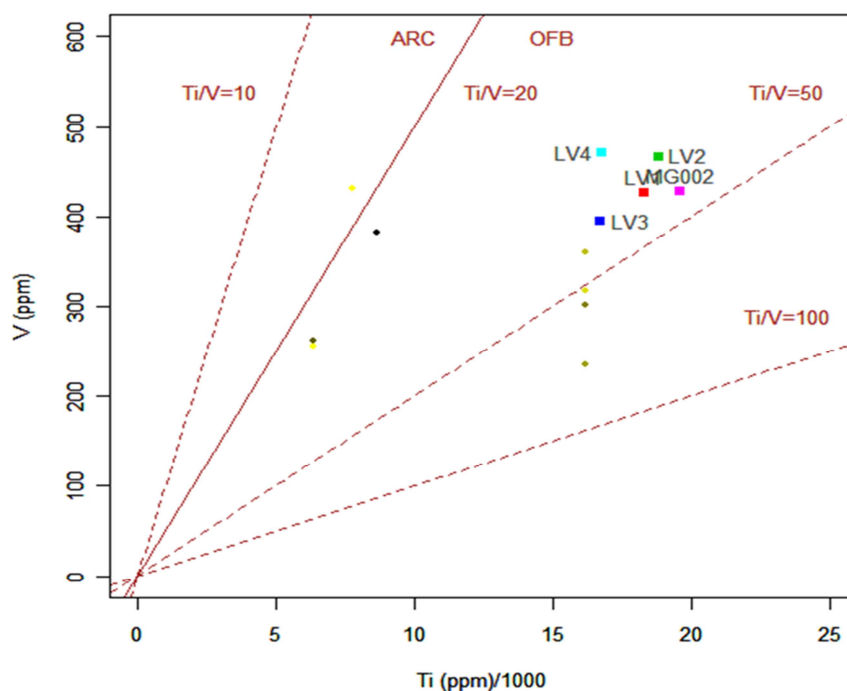


FIGURE 14 : Diagramme Ti/V

Les laves montrent de faibles teneurs en éléments relativement immobiles (Zr, Nb, Ni) et de teneurs moyens en gros cations (Ba, Sr et Rb). Les ratios élémentaires de Rb / Ba (tableau 2) sont très faibles. La moyenne élevée de valeurs de K_2O et alcalin indiquent une caractéristique secondaire tenant compte de la mise en place des roches magmatiques dans un milieu qui était probablement un milieu alcalin pendant l'intrusion.

La présence des Néphélinites ultrabasiques démontrent que les magmas parentaux étaient générés probablement dans le manteau à des pressions relativement élevées et à des faibles degrés de fusion fractionnée.

La géochimie des éléments majeurs sur le diagramme An-Or-Ab (Figure 14) montre que c'est la fusion partielle et la cristallisation fractionnée du manteau riche en Anorthite, olivine, clinopyroxène orthopyroxènes, magnétite,... qui avaient généré le magma. La paragenèse minérale de Anorthite + pyroxène + olivine est typique des conditions de température élevée.

Les roches volcaniques présentent des caractéristiques chimiques spécifiques selon les environnements tectoniques (Pearce J.A. et al., 1973 ; Wood D.A. et al., 1979). Elles sont connues pour être associée à des marges de plaques divergentes (basaltes de plancher océanique, OFB), les marges de plaques convergentes (basaltes volcaniques d'arc, VAB), au sein de marge de plaque océanique (basaltes océaniques insulaires, OIB), et au sein de la plaque de la croûte continentale (continental basaltes) (Pearce J.A. et al., 1973).

Suivant la Figure 15 (Ti/V) nous trouvons donc que les laves et les roches pyroclastiques du cône du Lac Vert sont associées aux marges de **plaques divergentes (basaltes de plancher océanique, OFB)**. Ces laves tirent leur origine dans les zones d'expansion océanique. Le diagramme $2xNb-Zr/4-Y$ (Figure 11) et le diagramme $Zr / Y - Zr$ (Figure 12) montrent aussi que les roches tirent leur origine dans les basaltes alcalins de la plaque.

Le diagramme $Al_2O_3 - FeOt-MgO$ montre que les roches définissent le contexte plus large centré sur l'île océanique et que ces dernières sont des types des roches au sein de la plaque. Certaines roches montrent une affinité à la croûte continentale. Il est donc évident que l'affinité de ces roches aux basaltes de l'île océanique est liée aux magmas initiaux avec des compositions proches de la source primaire. La tendance évolutive implique donc les magmas alcalins de l'île océanique suivie d'une mise en place finale dans le rift continental au moment de la fin du rifting.

L'association à la fois du manteau avec la croûte suggère que la source est profonde. Probablement la source est du manteau et la différenciation du magma interagi pendant qu'il montait dans la croûte. Les roches analysées semblent provenir des îles océaniques dominées par un magmatisme alcalin au cours du développement. Il ressort alors que l'affinité du fond océanique est liée à la source de magma initial, tandis que l'affinité continentale caractérise une mise en place plus

tard. En d'autres termes, leur intrusion a été lancée sous le fond marin d'expansion et plus tard migré vers un milieu continental (Onwualu, J. N., et al., 2012).

D'après les discussions ci-dessus, le modèle pétrogénétique probable serait que ces roches sont issues d'un volcanisme alcalin mis en place dans une zone d'expansion océanique et ensuite elles ont migrées dans un cadre de rift continental transitoire avant l'éruption. Les caractéristiques géochimiques et pétrographiques des laves et roches pyroclastiques du cône du Lac Vert démontrées ci-dessus sont les mêmes que ceux du Nyiragongo (Tom Andersen 2012 ; D. Giordano, 2007, Sahama 1953, 1957, 1978 ; T. Andersen et al. 2012). Cela revient à montrer que les magmas primaires pour ces deux cônes étaient identiques ou avaient une même origine et que les petites différences sont intervenues pendant la montée du magma en fonction des terrains traversés.

C'est qui justifie le rattachement du cône du Lac Vert au volcan Nyiragongo.

5 CONCLUSION

La géochimie des éléments majeurs et en traces des laves et des roches du cône du Lac Vert à Goma en R.D. Congo suggère que ces roches sont des Nephélinite - ultrabasique très riches en fer et présentent des affinités à la série calco-alcaline. Le Fer est signalé comme Fe_2O_3 . La composition géochimique des laves et des roches pyroclastiques du cône du Lac Vert témoigne une corrélation positive avec les laves du Nyiragongo issues de l'éruption 1977 et 2002.

La présence des Néphélinites ultrabasiques justifie la source profonde dans le manteau des magmas parentaux. Les analyses géochimiques indiquent que la fusion partielle et la cristallisation fractionnée du manteau riche en Anorthite, olivine, clinopyroxène orthopyroxènes, magnétite,... avaient généré le magma. La paragenèse minérale d'Anorthite + pyroxène + olivine est typiquement des conditions de température élevée.

Les analyses ont montré que ces roches sont associées aux marges de plaques divergentes (basaltes de plancher océanique, OFB). Ces laves tirent leur origine dans les zones d'expansion océanique précisément dans les basaltes alcalins en plaques sur l'île océanique ; mais certaines roches montrent une affinité à la croûte continentale. La source de ces roches serait donc profonde, probablement dans le manteau et la différenciation du magma serait intervenue lors de la montée dans la croûte. Les roches du cône de Lac Vert proviennent des îles océaniques dominées par un magmatisme alcalin au cours du développement.

Le modèle pétrogénétique probable est que ces roches sont issues d'un volcanisme alcalin mis en place dans une zone d'expansion océanique et ensuite elles ont migrées dans un cadre de rift continental transitoire avant l'éruption. L'affinité aux basaltes de l'île océanique est liée aux magmas initiaux.

Les roches de ce secteur montrent de faibles teneurs en éléments immobiles (Zr, Nb, Ni). Les teneurs en gros cations (Ba, Sr et Rb) sont moyens. Les ratios élémentaires de Rb / Ba sont très faibles. Ces roches manifestent une caractéristique tenant compte de la mise en place des roches magmatiques dans un milieu alcalin pendant l'intrusion suite aux moyennes élevées de valeurs de K_2O et alcalin.

Les caractéristiques géochimiques et pétrographiques des laves du cône du Lac Vert sont les mêmes que ceux du Nyiragongo issus de l'éruption 1977 et 2002. Cela montre que les magmas primaires de ces deux cônes étaient identiques ou avaient une même origine. Ce qui justifie le rattachement du cône du Lac Vert au volcan Nyiragongo.

REFERENCES

- [1] Baker B.H.; Williams L.A.J.; Miller J.A. and Fitch F.J., « *Sequence and geochronology of the Kenya rift volcanic* ». Tectonophysics 11,191,215p. 1971.
- [2] Carlo Aurisicchio and Marcella Federico, « *Nepheline-kalsilite microperthites inejecta from the Alban Hills (Italy)* ». Bull. Geol. Soc. Fin-land 57, Part 1—2, 129,137p., 1985
- [3] Chabou Mouley Charaf, « *Cours de Pétrographie Endogène. 2è année – LMD Géosciences – Semestre 4.* », Université Ferhat Abbas, Sétif ; Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Département des Sciences de la Terre.
- [4] Cox K. G.; Bell J. D. and Pankhurst, R. J. « *The Interpretation of Igneous Rocks* ». George Allen and Unwin, London (1979).
- [5] Demant Alain; Lestrade Patrick; Lubala Ruananza T.; Kampunzu Ali B.; and Durieux Jacques, « *Volcanological and petrological evolution of Nyiragongo volcano, Virunga volcanic field, Zaire* », Bulletin of Volcanology, Volume 56, Issue 1, pp. 47,60 (1994).
- [6] Danaeyer M.E., « *les syénites métasomatiques du massifs de Kirumba* », Mémoire Académie Royale des Sciences Coloniales, Classe des sciences Techniques. NS. 9 (2). 1959.

- [7] Danaeyer M.E., « *Les syénites feldspathoïdiques du Kivu et leur rôle dans la genèse des laves des Virunga* », Bulletin de la Société Belge de Géologie de Paléontologie et d'Hydrologie (Bruxelles). 67, 459,487p. 1958.
- [8] Furman T., « *Geochemistry of East African Rift basalts: an overview* ». J. Afr. Earth Sci. 48 (2–3), 147,160p, 2007.
- [9] Giordano D.; M. Polacci; A. Longo; P. Papale, D. B. Dingwell; E. Boschi and M. Kasereka, « *Thermo-rheological magma control on the impact of highly fluid lava flows at Mt. Nyiragongo* », GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 34, L06301, doi:10.1029/2006GL028459, 2007
- [10] Gönül Büyükonul, *Distribution of the major and trace elements in the volcanic rocks of Yozgat area, Turkey*, Manuscript received January 29, 1985, 68,82p.
- [11] Hugh R. Rollinson, « *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation* », 1992.
- [12] Irvine T.N.; and Baragar W.R.A., « *A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks* ». Canadian Journal of Earth Sciences, v. 8, p. 523, 548p, 1971
- [13] J. F. Chen et al., « *U-Pb zircon ages for a collision-related K-rich complex at Shidao in the Sulu ultrahigh pressure terrane, China* ». Geochemical Journal, Vol. 37, pp. 35 to 46, 2003.
- [14] J. N. John-Onwualu and V.U. Ukaegbu, « *Petrogenetic and Geotectonic Implications of Lokpa-Ukwu Pyroclastics in Southern Benue Trough, Nigeria* ». Department of Geology, University of Port Harcourt, Port Harcourt, Nigeria. Volume 10. Number 1. May 2009.487, 500pages.
- [15] J. Delfour ; P. Isnard ; E. Lecuyer et al., « *Étude du gîte de pyrite de Chizeuil (Saône-et-Loire) et de son environnement volcano- sédimentaire Dévonien et Dinantien* ». Orléans : Éd. du Bureau de recherches géologiques et minières, Service géologique national, 1984.
- [16] Jean-Philippe Clement, « *Mise en place et cristallisation des massifs grenus et pegmatitoïdiques des volcans de l'Archipel de la Société, Polynésie française: étude texturale, minéralogique et géochimique des roches à texture grossière des îles de Tahiti Nui, Raiatea, Bora Bora et Maupiti* », Géologie appliquée. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2002. Français.
- [17] Kasereka Mahinda C., « *Le Nyiragongo, un volcan à très haut risque au Nord-Kivu et ses environs* », CRSN-Lwiro/Bukavu, 2001.
- [18] LeBas M.J.; LeMaitre R.W.; Streckeisen A. and Zanettin B., « *A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram* ». Journal of Petrology, v. 27, p. 745,750p, 1986
- [19] Middlemost E.A.K., « *Naming Materials in the Magma/Igneous Rock System* ». Earth Sci. Rev. 37: 215,224pp, 1985
- [20] Onwualu J. N.; Ukaegbu V. U. and Okengwu K.O., « *Source region inhomogeneity in igneous suite of Ishiagu, Southern Benue Trough, Nigeria* », Department of Geology, University of Port Harcourt,Port Harcourt, Nigeria. Scholars Research Library Archives of Applied Science Research, 2012, 4 (2):923,934p.
- [21] Peccerillo A. and Taylor S.R., « *Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology* ». v. 58, p. 63,81p, 1976.
- [22] Pearce J.A. and Cann J.R., « *Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses: Earth and Planetary* ». Science Letters, v. 19, p. 290,300, 1973
- [23] Pieter Vermeesch, « *Tectonic discrimination of basalts with classification trees, Department of Geological and Environmental Sciences* », Stanford University, USA, (2006) 1839–1848.
- [24] Ramananda Chakrabarti; eneth W.W. Sims, Asish R. Basu, Mark Reagan; Jacques Durieux, « *Timescales of magmatic processes and eruption ages of the Nyiragongo volcanic from 238 U-230 Th-226 Ra-210 Pb disequilibria* », Earth and Planetary Science Letters 288 (2009) 149–157
- [25] Sahama T.G., « *Complex Nepheline-Kalsilite phenocrysts in Kabfumu lava, Nyiragongo area, North Kivu in Belgian Congo* ». Journal of Geology 68, 515,526p, 1957
- [26] Sahama Th.G. « *Kalsilite in the lavas of Mt. Nyiragongo (Belgian Congo). Journal of Petrology* », I, 146-171, 1960.
- [27] Sahama T.G., « *Compositions of clinopyroxene and melilite in the Nyiragongo rocks. Carnegie Institution in Washington* », Year Book, 75, pp. 585,591p, 1976
- [28] Sahara T.G., « *The Nyiragongo main cône* », Annales. Musée Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren, Belgique. SérieIn 8°, Sciences Géologiques 81. 1978.
- [29] Sophie Raous, « *Dynamique du Nickel et d'autres éléments en traces métalliques (Co, Cr, Cu et Mn) dans des matériaux miniers ultramafiques* », Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy-Université (INPL), 2011, 290 pages.
- [30] Tedesco D.; F. Tassi; O. Vaselli; R. J. Poreda; T. Darrah; E. Cuoco, and M. M. Yalire, « *Gas isotopic signatures (He, C, and Ar) in the Lake Kivu region (western branch of the East African rift system): Geodynamic and volcanological implications* ». Journal of geophysical research, VOL. 115, B01205, 2010
- [31] Tazieff H., « *Mt. Nyiragongo: renewed activity of the lava lake. Journal of Volcanology and Geothermal Research 20* », 1984, 267–280.

- [32] Tom Andersen; Marlina Elburg and Muriel Erambert, « *Petrology of combeite- and götzenite-bearing nephelinite at Nyiragongo, Virunga Volcanic Province in the East African Rift* », journal Elsevier, lithos, Lithos 152 (2012) 105,121p.
- [33] Toscani, L.; Capedri S. and Oddone M. «*New chemical and petrographic data of some undersaturated lavas from Nyiragongo and Mikeno (Virunga-Western African Rift–Zaire)*». Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen 161, 287–302, 1990.
- [34] Tuttle M.L.; Lockwood J.P. and Evans W.C., «*Natural hazards associated with Lake Kivu and adjoining areas of the Birunga volcanic field, Rwanda and Zaire*», Central Africa. Open File Report 90-691, 47pp, USGS. 1990.
- [35] Winchester J. A. and Floyd, P. A. «*Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements* ». Chemical Geology, volume 20, pages 325,343, 1977
- [36] Wood D.A.; Joron J.L. and Treuil M. « *A Re-appraisal of the use of Trace Elements to Classify and Discriminate between Magma Series Erupted in Different Tectonic Settings* ». Earth Planet. Sci. 1979, Lett.45:326-336.
- [37] Yaoling Niu; Marjorie Wilson; Emma R. Humphreys and Michael J. O'Hara ; « *The Origin of Intra-plate Ocean Island Basalts (OIB): the Lid Effect and its Geodynamic Implications* », Department of Earth Sciences, Durham University, Durham DH1 3LE, 2011.

Influence du calendrier de semis du maïs (*Zea mays* L.) et de l'année de culture sur le rendement et les composantes de rendement du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) dans la région savannicole de la Côte d'Ivoire

[Influence of sowing calendar of maize (*Zea mays* L.) and sowing year on yield and yield component in bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) in woodland savannahs of Cote d'Ivoire]

Kouassi N'dri Jacob, Gore bi Boh Nestor, and Ayolié Koutoua

Université Jean Lorougnon Guédé, Laboratoire de physiologie et pathologie végétale, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 study was made in Manfla. Optimization of sowing calendar corn and Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) was made. This study aimed to evaluate the effect of corn seeding calendar on agronomic parameters of voandzou. A series of pure cultures device of offset and simultaneous planting seedling was taken. These provisions are voandzou sown 15 days before maize (M15JAPV), voandzou sown 30 days before maize (M30JAPV), voandzou sown 15 days after maize (M15JAVV) voandzou sown 30 days after maize (M30JAVV) and simultaneous sowing. The production of each association system was evaluated on the basis of measurements on the yield and yield components. Thus, it is noted that the most important voandzou production is obtained when voandzou sown 15 and 30 days before maize maize.

KEYWORDS: *Vigna subterranea*, cereal, yield components, Côte d'Ivoire.

RESUME: L'étude menée à Manfla a porté sur l'évaluation agronomique d'un morphotypes de voandzou (*Vigna subterranea*). Une optimisation du calendrier de semis du maïs et du voandzou a été faite. Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet de du calendrier de semis du maïs sur les paramètres agronomiques du voandzou. Un dispositif de séries de cultures pures, de semis décalés et des semis simultanés a été effectué. Ces dispositions sont: Voandzou semé 15 jours avant le maïs (M15JAPV), Voandzou semé 30 jours avant le maïs (M30JAPV), Voandzou semé 15 jours après maïs (M15JAVV), Voandzou semé 30 jours après maïs (M30JAVV) et les semis simultanés. La production de chaque système d'association a été évaluée sur la base des mesures portant sur le rendement et les composantes du rendement. Ainsi, l'on remarque que la production du voandzou la plus importante est obtenue avec un décalage de ses semis de 15 ou 30 jours avant ceux du maïs.

MOTS-CLEFS: *Vigna subterranea*, céréale, composantes du rendement, type de culture, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

En cultures associées, les expérimentations ont montré que les pratiques des agriculteurs sont fondées sur la quasi-absence de restitution organo-minérale, conduisant à une baisse de rendement au fil du temps. C'est dans ce cadre que plusieurs investigations ont été menées sur la mise au point ou la caractérisation des associations culturales simples et rentables [1], [2], [3]. Compte tenu de l'importance des céréales dans l'alimentation et l'économie des pays d'Afrique subsaharienne d'une part et du faible niveau de fertilité des sols de ces régions d'autre part, la majorité des modèles d'associations culturales proposées sont basées sur le binôme céréale-légumineuse [4]. Le maïs est la principale céréale

impliquée dans les associations culturales à base de cultures vivrières. L'évaluation du potentiel de plusieurs espèces de légumineuses, comme composantes de l'association culturale a été effectuée. Ainsi, en Côte d'Ivoire, l'arachide et le soja ont été évalués en association avec le maïs dans le nord [5]. Ces travaux ont montré que l'arachide était la meilleure pourvoyeuse d'azote, engendrant une augmentation du rendement de 18% chez le maïs. Cependant, une autre légumineuse dont le potentiel agronomique en tant que pourvoyeuse d'azote en association culturale impliquant les céréales n'a pas encore été évalué en Côte d'Ivoire est le voandzou. Deux études ont été conduites au Botswana sur l'association voandzou et plusieurs céréales (maïs, mil et sorgho). L'une de ces études a porté sur l'effet du voandzou sur la productivité des céréales par [6] tandis que l'autre a porté sur l'effet de l'ombrage apporté par ces céréales sur le rendement du voandzou [7]. [8] a montré que cette plante résistait bien au déficit hydrique. Les potentialités de cette légumineuse ont montré qu'elle s'adapte aux fluctuations climatiques [9]. Ceci constitue un avantage quant à sa culture dans une région à faible pluviométrie.

Le voandzou constitue un excellent précédant pour une culture annuelle ou d'arrière saison car elle apporte, en même temps qu'une masse importante de matière organique résultant de la végétation, l'azote nécessaire après sa dégradation. En effet, il est susceptible d'améliorer la production d'une céréale en culture associée [6]. En rotation culturale, il contribue à améliorer à long terme et à maintenir la fertilité du sol grâce à l'azote fourni et restitué en outre une part importante des exportations phospho-potassiques [10]. Les graines servent à l'alimentation humaine. Le voandzou constitue une plante hautement calorifique (387kcal /100g), riche en vitamines et en éléments minéraux et très équilibrée en protéines [11]. En dépit de ces nombreux avantages, le voandzou a été peu étudié et est très peu représenté dans les collections mondiales des ressources phytogénétiques [12].

Dans le but d'améliorer la situation socio-économique du monde rural ivoirien, le Groupe de Recherche sur les Cultures Mineures (GRCM) de l'Université Nangui Abrogoua (UNA) a initié un projet dont l'objectif principal est l'amélioration des systèmes de production agricole utilisant les cultures secondaires, dont le voandzou. C'est dans cette perspective que se situe le présent travail qui vise l'intensification des systèmes des productions agricoles afin d'accroître le développement socio-économique des populations rurales. Cette intensification se fera à travers l'introduction de nouvelles technologies respectant les exigences climatiques de la région de la Marahoué. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du calendrier de semis du maïs sur la production du voandzou. Ces essais ont permis d'identifier les systèmes qui réduisent significativement le degré de compétition entre les cultures associées pour les ressources.

2 METHODE

2.1 SITE D'ETUDE

Les expérimentations ont eu lieu à Manfla pendant trois années (2005, 2006 et 2007). Ce village est situé dans la sous-préfecture de Gohitafla, précisément dans le département de Zuénoula et dans la région de la Marahoué. Ce département est situé au centre-ouest de la Côte d'Ivoire à environ 400 km d'Abidjan entre 6°49' Nord et 5°43' Ouest. C'est une zone moyennement arrosée avec une pluviométrie annuelle variant entre 800 et 1400 mm. La température moyenne annuelle est de 27°C. La végétation est la savane arborée avec une dominance de *Chromolaena odorata* qui, malgré son apparence homogène, comporte plusieurs espèces. Les sols des parcelles étaient en jachère depuis au moins deux années avant l'installation des expérimentations. Les sols du site sont pauvres en argile et en matière organique. C'est un sol très sableux à texture sablo-limoneuse, légèrement acide et pauvre en azote et en phosphore. Le choix de ce village se justifie par le fait qu'il constitue une zone de production du voandzou. La variabilité des précipitations est le principal facteur limitant à la production agricole dans la zone. La surexploitation des terres caractérise toute la zone et met en danger les écosystèmes.

2.2 DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Le calendrier de semis du maïs et du voandzou en cultures associées a été testé pendant trois années (2005, 2006 et 2007). Le dispositif expérimental est un bloc complètement randomisé avec trois blocs et trois répétitions. Sur l'ensemble des trois blocs, 18 parcelles élémentaires de 6 m x 6 m ont été constituées. La distance entre deux blocs consécutifs est de 2 m et celle des parcelles à l'intérieur d'un bloc, de 1 m. Les espacements adoptés sont de 50 cm x 50 cm tant sur les parcelles d'associations que sur celles en cultures pures. Pour chaque espèce, trois graines ont été semées par poquet mais un seul plant vigoureux a été laissé par poquet. Les calendriers de semis étudiés sont les semis simultanés et décalés. Le voandzou est semé 15 et 30 jours avant le maïs (M15JAPV et M30JAPV) d'une part, 15 et 30 jours après maïs (M15JAVV et M30JAVV) d'autre part. Par ailleurs, des semis simultanés des deux espèces ont été effectués. Des cultures pures de voandzou ont été également mises en place pour servir de base de calcul du taux de surface équivalente. Les effectifs des individus en fonction du type de traitement aussi bien en association qu'en culture pure estimés en nombre de plantes par hectare est de 40000.

2.3 COLLECTE DES DONNEES

Les rendements (la production en graines et la biomasse sèche) et neuf caractères agronomiques sélectionnés dans la liste des descripteurs du voandzou [13] ont été analysés. Ces caractères ont été identifiés comme des composantes de rendement [14]. Les mesures ont été effectuées sur un échantillon de 30 plantes pris de façon aléatoire sur chaque parcelle élémentaire. A la dixième semaine (date à laquelle il n'a plus d'apparition de nouveaux organes au niveau de la plante), l'envergure, la hauteur et le nombre de feuilles par plante ont été déterminés. A la récolte, le poids des gousses fraîches a été déterminé. Le nombre de gousses a été également noté pour chaque plante. Les gousses et la plante ont été séchées au soleil jusqu'à l'obtention d'un poids sec constant. Ensuite, le poids des gousses sèches par plante, le poids de la plante sèche, le poids des graines sèches par plante, l'indice de récolte et le taux de remplissage ont été définis. Les mesures effectuées sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1. Méthodes de mesures des composantes de rendement du voandzou en réponse au type de culture et à la densité de semis

Rendements et composantes de rendement	Méthodes de mesures et la taille des échantillons par parcelle élémentaire
Rendement: Rdt (t/ha)	Mesure du poids moyen de graine par plante à l'hectare.
Biomasse sèche: BmS (t/ha)	Mesure du poids moyen de la plante sèche à l'hectare
Envergure de la plante: Env (cm)	Mesure de la distance entre les deux feuilles les plus extrêmes, effectuée pour 30 plantes.
Hauteur de la plante: Hau (cm)	Mesure de la distance séparant la feuille la plus éloignée de la surface du sol, effectuée sur 30 plantes.
Nombre de feuilles: NbF	Effectif de l'ensemble des feuilles de chaque plante, effectué sur 30 plantes.
Nombre de gousses par plante: NbGo	Effectif de l'ensemble des gousses sur chaque plante, effectué sur 30 plantes.
Nombre de graines par plante: NbGr	Effectif de l'ensemble des graines après séchage des gousses pour chaque plante, effectué sur 30 plantes.
Poids des gousses sèches: PGoS (g)	Masse des gousses récoltées et séchées sur chaque plante, effectuée sur 30 plantes.
Poids des graines: PGr (g)	Masse des graines sur chaque plante, effectuée sur 30 plantes.
Indice de récolte: InR	Rapport masse totale de graines sèches issues d'une plante sur le poids de la plante totale, effectué sur 30 plantes.
Taux de remplissage: TxR	Rapport masse totale de graines sèches issues d'une plante sur le poids des gousses de la même plante, effectué sur 30 plantes.

2.4 ANALYSE STATISTIQUE

L'influence du calendrier de semis et de l'année d'essai sur la productivité des cultures associées a été testée. L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) a donc été utilisée pour étudier cette influence. La signification du test est déterminée en comparant la probabilité (P) associée à la statistique du test au seuil $\alpha = 0,05$. Lorsqu'une différence significative a été observée entre les caractères, l'ANOVA a été complétée par le test de la Plus Petite Différence Significative (PPDS).

3 RÉSULTATS

3.1 INFLUENCE DE L'ANNEE DE CULTURE SUR LA PRODUCTIVITE DU VOANDZOU

A l'exception du rendement en graines et de l'indice de récolte, une influence significative de l'année d'essai a été observée sur les paramètres analysés (tableau 2). L'année 2005 a donné les valeurs les plus élevées de l'envergure de la plante, du poids des gousses sèches et du poids des graines. Par contre, les plus grandes valeurs du nombre de feuilles et du taux de remplissage ont été observées en 2007. Une différence partielle a été observée pour cinq variables. Ce sont la biomasse sèche, l'envergure et la hauteur de la plante, le nombre de gousses et de graines par plante. Pour la biomasse sèche et l'envergure, la différence est due à l'année 2005, alors qu'au niveau du nombre de gousses et de graines, cette différence est attribuable aux faibles valeurs obtenues en 2007. Dans l'ensemble, six variables ont donné les plus faibles valeurs en 2007.

Tableau 2. Moyennes ($\pm$ écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le voandzou en fonction des années de culture et résultats des tests statistiques.

Variables	Moyennes ($\pm$ écart-type)			Statistiques	
	2005	2006	2007	F	P
Rdt (t/ha)	0,45 $\pm$ 0,261	0,45 $\pm$ 0,368	0,32 $\pm$ 0,259	0,73	0,488
BmS (t/ha)	0,38 $\pm$ 7,58 ^a	0,24 $\pm$ 8,47 ^b	0,26 $\pm$ 8,78 ^b	16,47	<0,001
Env (cm)	59,63 $\pm$ 7,43 ^b	57,98 $\pm$ 7,05 ^a	57,17 $\pm$ 5,13 ^a	10,96	<0,001
Hau (cm)	26,52 $\pm$ 2,97 ^a	29,37 $\pm$ 3,22 ^b	26,32 $\pm$ 2,10 ^a	96,00	<0,001
NbF	78,04 $\pm$ 18,53 ^a	103,10 $\pm$ 30,71 ^b	133,96 $\pm$ 36,45 ^c	541,65	<0,001
NbGo	31,05 $\pm$ 13,11 ^b	32,13 $\pm$ 16,51 ^b	22,85 $\pm$ 11,59 ^a	52,23	<0,001
NbGr	31,82 $\pm$ 13,72 ^b	32,64 $\pm$ 17,13 ^b	23,17 $\pm$ 11,56 ^a	51,84	<0,001
PGoS (g)	31,37 $\pm$ 14,13 ^c	26,84 $\pm$ 15,08 ^b	20,64 $\pm$ 11,27 ^a	58,94	<0,001
PGr (g)	23,13 $\pm$ 11,17 ^c	19,88 $\pm$ 11,21 ^b	14,79 $\pm$ 7,71 ^a	62,57	<0,001
TxR	50,00 $\pm$ 0,16 ^b	45,00 $\pm$ 0,12 ^a	61,00 $\pm$ 0,13 ^c	49,48	<0,001
InR	0,73 $\pm$ 0,19	0,74 $\pm$ 0,04	0,72 $\pm$ 0,05	1,34	0,110

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. Rdt : Rendement (t/ha), BmS : Biomasse sèche (t/ha), Env : Envergure de la plante, Hau : Hauteur de la plante, NbF : Nombre de feuilles par plante, NbGo : Nombre de gousses par plante, NbGr : Nombre de graines par plante, PGoS : Poids des gousses sèches par plante (g), PGr : Poids des graines par plante (g), TxR : Taux de remplissage, InR : Indice de récolte

3.2 INFLUENCE DU CALENDRIER DE SEMIS DU MAIS SUR LA PRODUCTIVITE DU VOANDZOU

Les résultats de l'analyse statistique ont révélé que le calendrier de semis du maïs a influencé très significativement 10 des 11 caractères analysés chez le voandzou. Il s'agit du rendement en graines, de la biomasse sèche, de l'envergure et la hauteur de la plante, du nombre de feuilles, du nombre de gousses et de graines, du poids des gousses sèches, du poids des graines et du taux de remplissage. Six variables (NbGr, NbGo, PGoS, PGr, Rdt et TxR) ont donné les valeurs les plus élevées lorsque le maïs est semé 30 jours après voandzou. Pour l'envergure et la hauteur de la plante et le nombre de feuilles, les valeurs les plus élevées ont été observées lorsque le maïs est semé 15 jours après le voandzou. Les valeurs les plus faibles pour tous les paramètres ont été observées avec le traitement où le maïs est semé 30 jours avant le voandzou (tableau 3).

Tableau 3. Moyennes ($\pm$ écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le voandzou en fonction du calendrier de semis du maïs et résultats des tests statistiques.

variables	Moyennes ($\pm$ écart-type)					Statistiques	
	SS	M15JAPV	M15JAVV	M30JAPV	M30JAVV	F	P
Rdt (t/ha)	0,71 $\pm$ 8,70 ^d	0,55 $\pm$ 12,84 ^c	0,27 $\pm$ 4,62 ^b	0,93 $\pm$ 8,62 ^e	0,17 $\pm$ 4,68 ^a	24,09	<0,001
BmS (t/ha)	0,39 $\pm$ 7,44 ^c	0,32 $\pm$ 5,43 ^b	0,24 $\pm$ 4,17 ^a	0,30 $\pm$ 3,83 ^b	0,22 $\pm$ 4,57 ^a	7,23	<0,001
Env (cm)	65,90 $\pm$ 6,85 ^c	66,10 $\pm$ 6,53 ^d	45,95 $\pm$ 6,08 ^b	63,85 $\pm$ 8,36 ^c	39,70 $\pm$ 5,16 ^a	60,94	<0,001
Hau (cm)	28,25 $\pm$ 2,02 ^d	29,55 $\pm$ 3,51 ^d	23,65 $\pm$ 1,92 ^b	27,10 $\pm$ 2,53 ^c	19,9 $\pm$ 2,19 ^a	36,40	<0,001
NbF	94,35 $\pm$ 19,69 ^b	104,65 $\pm$ 15,82 ^d	50,75 $\pm$ 15,15 ^a	98,95 $\pm$ 21,75 ^c	55,6 $\pm$ 12,52 ^a	34,59	<0,001
NbGo	47,90 $\pm$ 11,37 ^c	38,75 $\pm$ 18,10 ^b	13,50 $\pm$ 5,79 ^a	55,80 $\pm$ 14,26 ^d	14,15 $\pm$ 5,10 ^a	28,05	<0,001
NbGr	50,05 $\pm$ 12,51 ^c	40,85 $\pm$ 19,92 ^b	13,50 $\pm$ 5,79 ^a	62,35 $\pm$ 14,97 ^d	14,15 $\pm$ 5,10 ^a	27,11	<0,001
PGoS (g)	44,61 $\pm$ 11,29 ^d	39,31 $\pm$ 18,71 ^c	19,44 $\pm$ 5,95 ^b	57,57 $\pm$ 11,82 ^e	11,08 $\pm$ 4,89 ^a	25,47	<0,001
PGr (g)	35,74 $\pm$ 8,70 ^d	27,74 $\pm$ 12,84 ^c	13,53 $\pm$ 4,62 ^b	46,88 $\pm$ 8,62 ^e	8,81 $\pm$ 4,68 ^a	24,09	<0,001
TxR	65,00 $\pm$ 0,08 ^c	60,00 $\pm$ 0,14 ^b	41,00 $\pm$ 0,12 ^a	68,00 $\pm$ 0,09 ^c	46,00 $\pm$ 0,08 ^a	16,85	<0,001
InR	0,71 $\pm$ 0,03	0,70 $\pm$ 0,02	0,73 $\pm$ 0,05	0,70 $\pm$ 0,03	0,71 $\pm$ 0,14	0,71	0,610

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. Rdt : Rendement (t/ha), BmS : Biomasse sèche (t/ha), Env : Envergure de la plante, Hau : Hauteur de la plante, NbF : Nombre de feuilles par plante, NbGo : Nombre de gousses par plante, NbGr : Nombre de graines par plante, PGoS : Poids des gousses sèches par plante (g), PGr : Poids des graines par plante (g), TxR : Taux de remplissage, InR : Indice de récolte. SS : Semis simultané des deux cultures, M15JAPV : Voandzou semé 15 jours avant le maïs, M30JAPV : Voandzou semé 30 jours avant le maïs, M15JAVV : Voandzou semé 15 jours après maïs, M30JAVV : Voandzou semé 30 jours après maïs

3.3 INTERACTION CALENDRIER DE SEMIS-ANNEE D'ESSAI SUR LA PRODUCTIVITE DU VOANDZOU

Les résultats de l'interaction ont indiqué que tous les caractères mesurés, à l'exception de la hauteur de la plante, ont présenté une différence significative (tableau 4). Le rendement en graines, la biomasse sèche, le nombre de gousses, le nombre de graines, le poids des gousses et le poids des graines les plus élevés ont été obtenus en 2006 lorsque le voandzou est semé 30 jours avant le maïs. Les valeurs les plus élevées de l'indice de récolte et du taux de remplissage ont été observées en 2005 lorsque le maïs est semé 15 et 30 jours après voandzou respectivement. Alors que l'année 2007 a donné le nombre de feuilles le plus élevé lorsque le voandzou est semé 30 jours avant le maïs. Un grand nombre de faibles valeurs est observé en 2007 lorsque le voandzou est semé 30 jours après le maïs.

Tableau 4. Moyennes ($\pm$ écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le voandzou en interaction entre les années de culture et du calendrier de semis du maïs et résultats des tests statistiques

	Variables	Rdt (t/ha)	BmS (t/ha)	Env (cm)	Hau (cm)	NbF	NbGo	NbGr	PGoS (g)	PGr (g)	InR	TxR
2005	SS	0,42 $\pm$ 0,20 ^d	0,34 $\pm$ 5,7 ^b	58,6 $\pm$ 5,48 ^b	26,35 $\pm$ 2,72	72,6 $\pm$ 18,6 ^a	29,2 $\pm$ 10,2 ^e	29,4 $\pm$ 10,2 ^e	29,7 $\pm$ 11,2 ^d	21,8 $\pm$ 8,76 ^d	1,4 $\pm$ 1,05 ^e	0,70 $\pm$ 0,1 ^a
	M15JAPV	0,52 $\pm$ 0,01 ^e	0,38 $\pm$ 6,3 ^b	62,17 $\pm$ 8,1 ^d	26,47 $\pm$ 2,87	85,0 $\pm$ 15,4 ^b	35,4 $\pm$ 15,2 ^f	36,7 $\pm$ 16,6 ^f	36,6 $\pm$ 16,6 ^f	26,6 $\pm$ 12,3 ^f	1,49 $\pm$ 0,9 ^g	0,72 $\pm$ 0,8 ^b
	M15JAVV	0,40 $\pm$ 0,06 ^d	0,19 $\pm$ 7,8 ^a	60,32 $\pm$ 5,8 ^c	26,55 $\pm$ 3,29	76,6 $\pm$ 15,6 ^a	26,9 $\pm$ 12,4 ^d	27,1 $\pm$ 12,4 ^d	29,7 $\pm$ 12,8 ^d	21,5 $\pm$ 9,59 ^d	1,36 $\pm$ 0,9 ^e	0,73 $\pm$ 0,3 ^c
	M30JAPV	0,58 $\pm$ 0,40 ^f	0,6 $\pm$ 4,17 ^c	63,64 $\pm$ 6,6 ^d	27,35 $\pm$ 2,59	91,2 $\pm$ 12,8 ^b	40,1 $\pm$ 13,4 ⁱ	41,7 $\pm$ 13,9 ^j	38,4 $\pm$ 14,7 ^e	29,6 $\pm$ 13,2 ^f	1,44 $\pm$ 0,5 ^f	0,8 $\pm$ 0,43 ^f
	M30JAVV	0,30 $\pm$ 0,17 ^c	0,48 $\pm$ 7,9 ^b	58,52 $\pm$ 7,4 ^b	26,90 $\pm$ 3,60	76,1 $\pm$ 21,2 ^a	23,05 $\pm$ 7,6 ^c	24,15 $\pm$ 8,3 ^c	22,1 $\pm$ 8,03 ^c	15,7 $\pm$ 5,69 ^b	1,07 $\pm$ 0,5 ^d	0,7 $\pm$ 0,04 ^a
2006	SS	0,34 $\pm$ 0,04 ^c	0,40 $\pm$ 7,8 ^c	58,60 $\pm$ 4,2 ^b	29,25 $\pm$ 2,2	106,3 $\pm$ 2,7 ^c	29,9 $\pm$ 10,9 ^e	30,2 $\pm$ 10,2 ^d	23,37 $\pm$ 7,4 ^c	17,25 $\pm$ 5,5 ^c	1,0 $\pm$ 0,63 ^d	0,73 $\pm$ 0,5 ^c
	M15JAPV	0,28 $\pm$ 0,10 ^b	0,46 $\pm$ 6,6 ^c	57,47 $\pm$ 6,7 ^b	30,15 $\pm$ 3,00	93,8 $\pm$ 25,3 ^b	26,0 $\pm$ 8,48 ^d	26,1 $\pm$ 8,66 ^d	20,1 $\pm$ 7,27 ^b	14,7 $\pm$ 5,42 ^b	0,7 $\pm$ 0,37 ^b	0,72 $\pm$ 0,4 ^b
	M15JAVV	0,28 $\pm$ 0,11 ^b	0,20 $\pm$ 8,1 ^a	54,75 $\pm$ 7,4 ^a	28,52 $\pm$ 3,30	82,6 $\pm$ 16,4 ^b	21,72 $\pm$ 8,5 ^c	22,5 $\pm$ 8,59 ^c	18,65 $\pm$ 7,5 ^b	14,8 $\pm$ 5,59 ^b	0,81 $\pm$ 0,4 ^c	0,75 $\pm$ 0,6 ^e
	M30JAPV	0,66 $\pm$ 0,11 ^g	0,78 $\pm$ 5,7 ^e	62,92 $\pm$ 4,2 ^d	31,37 $\pm$ 3,07	127,7 $\pm$ 3,8 ^d	49,85 $\pm$ 18,7 ⁱ	50,2 $\pm$ 18,7 ^e	46,5 $\pm$ 17,9 ^f	34,5 $\pm$ 13,4 ^g	1,37 $\pm$ 0,6 ^e	0,74 $\pm$ 0,3 ^d
	M30JAVV	0,52 $\pm$ 0,02 ^e	0,22 $\pm$ 1,5 ^a	61,35 $\pm$ 6,2 ^f	28,95 $\pm$ 2,77	132,7 $\pm$ 27,9 ^j	35,3 $\pm$ 14,8 ^f	47,1 $\pm$ 17,2 ^e	25,8 $\pm$ 12,9 ^c	26,8 $\pm$ 9,41 ^f	1,3 $\pm$ 0,43 ^d	0,72 $\pm$ 0,4 ^b
2007	SS	0,20 $\pm$ 0,09 ^a	0,40 $\pm$ 7,8 ^c	55,92 $\pm$ 4,2 ^a	26,02 $\pm$ 1,88	129,8 $\pm$ 4,5 ^d	16,2 $\pm$ 6,43 ^a	26,47 $\pm$ 6,9 ^d	14,55 $\pm$ 5,7 ^a	10,64 $\pm$ 4,1 ^a	0,60 $\pm$ 0,3 ^a	0,73 $\pm$ 0,6 ^c
	M15JAPV	0,22 $\pm$ 0,17 ^a	0,4 $\pm$ 6,56 ^c	57,5 $\pm$ 3,39 ^b	26,57 $\pm$ 2,04	129,6 $\pm$ 5,2 ^d	18,47 $\pm$ 7,8 ^b	28,97 $\pm$ 7,8 ^d	15,24 $\pm$ 6,7 ^a	11,11 $\pm$ 5,7 ^a	0,51 $\pm$ 0,2 ^a	0,72 $\pm$ 0,4 ^b
	M15JAVV	0,22 $\pm$ 0,80 ^a	0,18 $\pm$ 8,0 ^a	55,3 $\pm$ 4,52 ^a	25,92 $\pm$ 1,92	111,7 $\pm$ 4,7 ^c	18,6 $\pm$ 9,45 ^b	18,92 $\pm$ 9,3 ^b	15,52 $\pm$ 7,8 ^a	11,55 $\pm$ 6,1 ^a	0,72 $\pm$ 0,5 ^b	0,74 $\pm$ 0,2 ^d
	M30JAPV	0,36 $\pm$ 0,21 ^c	0,78 $\pm$ 6,9 ^e	60,85 $\pm$ 4,6 ^c	27,75 $\pm$ 1,97	197,5 $\pm$ 1,2 ^e	29,15 $\pm$ 9,9 ^e	29,4 $\pm$ 10,1 ^e	27,1 $\pm$ 9,57 ^f	19,3 $\pm$ 6,77 ^d	0,79 $\pm$ 0,4 ^d	0,71 $\pm$ 0,04 ^a
	M30JAVV	0,28 $\pm$ 0,08 ^b	0,4 $\pm$ 11,9 ^c	60,87 $\pm$ 4,4 ^c	26,70 $\pm$ 1,87	125,3 $\pm$ 2,2 ^d	22,45 $\pm$ 8,3 ^c	38,47 $\pm$ 8,4 ⁱ	26,3 $\pm$ 9,87 ^e	24,81 $\pm$ 6,3 ^e	1,08 $\pm$ 0,5 ^d	0,69 $\pm$ 0,7 ^a
	F	12,64	33,9	3,55	1,09	35,02	19,88	19,09	19,84	13,55	5,16	1,83
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,365	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. Rdt : Rendement (t/ha), BmS : Biomasse sèche (t/ha), Env : Envergure de la plante, Hau : Hauteur de la plante, NbF : Nombre de feuilles par plante, NbGo : Nombre de gousses par plante, NbGr : Nombre de graines par plante, PGoS : Poids des gousses sèches par plante (g), PGr : Poids des graines par plante (g), TxR : Taux de remplissage, InR : Indice de récolte. SS : Semis simultané des deux cultures, M15JAPV : Voandzou semé 15 jours avant le maïs, M30JAPV : Voandzou semé 30 jours avant le maïs, M15JAVV : Voandzou semé 15 jours après maïs, M30JAVV : Voandzou semé 30 jours après maïs

4 DISCUSSION

Les tests réalisés ont montré que le calendrier de semis du maïs a influencé le rendement en graines du voandzou. Lorsque le voandzou est semé avant le maïs les rendements en graines sont élevés chez le premier. Ce résultat serait dû à une réduction du degré de compétition pour les ressources entre les composantes de l'association. En effet, les stades phénologiques auxquels les plantes ont plus besoins d'éléments nutritifs ne toujours coïncideraient pas. Ces espèces utiliseraient les mêmes ressources du sol, mais à des périodes différentes de leur stade phénologique. Ce décalage permettrait une meilleure utilisation des ressources et par conséquent, une amélioration de la productivité des cultures associées.

Il ressort également de notre étude que le maïs semé avant entraîne une faible production du voandzou. Le faible nombre de graines par plante observé chez le voandzou serait dû à l'effet de l'ombrage produit par le maïs. En effet, après un mois de croissance le feuillage dense du maïs réduirait la quantité de lumière indispensable à la réalisation de la photosynthèse pour une bonne croissance du voandzou. Cette réduction de l'activité photosynthétique diminue le métabolisme de la plante et, par conséquent, provoque une faible production en graine du voandzou. Ce résultat est similaire à celui d'[15] sur l'association niébé-maïs. Ces auteurs ont montré que les performances du niébé avaient fortement chuté lorsqu'il est semé un mois après le maïs. L'influence négative de l'absence de lumière sur la production des plantes avait été également rapportée par les travaux de [16] et de [3] respectivement sur l'association maïs-fève et maïs-arachide-

manioc. Ces auteurs ont montré que le maïs influence négativement la production de la fève et de l'arachide, dans différents types d'associations.

Le rendement en graines du voandzou n'a pas été influencé par l'année d'essai. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les paramètres climatiques (la température et les précipitations) n'ont pas changé de manière significative durant les trois années. Les facteurs environnementaux jouent un rôle important dans la physiologie des plantes [17]. Le voandzou pouvant se développer dans des conditions assez défavorables (sol pauvre, insuffisance de pluie et température élevée), son rendement en graines n'est pas influencé par ces faibles variations climatiques observées [18], [19], [20].

5 CONCLUSION

Nos résultats ont montré que pour avoir un rendement élevé du voandzou, il faut qu'il soit semé 15 ou 30 jours avant les maïs. Contrairement aux systèmes traditionnels à faible rendement, il existe des systèmes d'associations culturales qui optimisent le rendement des cultures. L'encouragement des producteurs à pratiquer l'intégration de cette légumineuse dans les systèmes de production pourrait leur procurer des bénéfices en termes d'amélioration du rendement, de la stabilité et de la durabilité du système.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit du Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de l'Ambassade de France en Côte d'Ivoire (convention n° 2002 935) et du Professeur Zoro BI Irié Enseignant chercheur à l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), promoteur de ce travail, pour son soutien moral, ses conseils judicieux, sa rigueur et son entière disponibilité.

REFERENCES

- [1] P.K. Ghosh. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-aride tropics of India. *Field Crops Research* vol 88, pp. 227-237, 2004.
- [2] P. Banik A, Midya, B. Sarkar and S. Ghose. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* vol 24, pp. 325-332, 2006
- [3] S. Hauser, L. Norgrove and J.N. Nkem . Groundnut/Maize/Cassava Intercrop Yield Response to Fallow Age, Cropping Frequency and Crop Plant Density on an Ultisol in Southern Cameroon. *Biological Agriculture and Horticulture* vol 24, pp. 275-292, 2006.
- [4] M. Santalla, A.P. Rodino, P.A. Casquero and A.M. Ron (2001). Interactions of bush bean intercropped with field and sweet mays. *European Journal of Agronomy* vol 15, pp. 185-196, 2001.
- [5] A. N'Goran and K.A. N'Guessan. Influence d'un précédent de légumineuse herbacée et d'une jachère courte de deux ans sur la productivité du maïs au Nord de la Côte d'Ivoire. In: Floret C. & Pontanier R (Eds). *La jachère en Afrique tropicale: rôles, aménagements, alternatives*. Dakar (Sénégal): IRD; pp 616-621, 1999
- [6] S.K. Karikari, O. Chaba and B. Molosiwa. Effects of intercropping Bambara groundnut on pearl millet, sorghum and maize in Botswana. *African Crop Science Journal* vol 7, pp.143-152, 1999.
- [7] S.K. Karikari. Variability between local and exotic bambara groundnut landraces in Botswana. *African Crop Science Journal* vol 8, pp. 153-157, 2002.
- [8] F.L. Mkandawire. Review of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) producti in sub-Sahara Africa. *Agricultural Journal* vol 2, pp. 464-470, 2007.
- [9] S.T. Collinson, S.N. Azam-Ali, K.M. Chavula and D.A. Hodson. Growth, developpment and yield of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture. *Journal of Agricultural Science* vol 126, pp. 307-318, 1996.
- [10] F. Kumaga, S.K.A. Danso and F. Zapata. Time-course of nitrogen fixation in two bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) cultivars. *Biology and Fertility of Soils* vol 18, no 3, 231-236, 1994
- [11] S.R. Minka and M. Bruneteau. Partial chemical composition of bambara pea (*Vigna sunterranea* (L.) Verdc). *Food Chemistry* vol 68, pp. 273-276, 2000.
- [12] S.N. Azam-Ali, A. Sesay, S.K. Karikari, F.J. Massawe, J. Aguilar-Manjarrez, M. Bannayan and K.J. Hampson. Assessing the potential of an underutilized crop- a case study using bambara groundnut. *Experimental Agriculture* vol 37, pp 433-472, 2001.
- [13] IPGRI/IITA/BAMNET. *Descriptors for bambara groundnut (Vigna subterranea)*. Rome; 48 pages, 2000.

- [14] M. Ouédraogo, J.T. Ouédraogo, J.B. Tigneré, D. Balma, C.B. Dabiré and G. Konaté. Characterization and evaluation of accessions of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) from Burkina Fasso. *Sciences & Nature* vol 5, pp.191-197, 2008.
- [15] E Adipala, C.P. Ocaya and D.S.O. Osiru. Effect of time of planting cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) on growth and yield of cowpea. *Tropicultura* vol 2, no 20, pp. 49-57, 2002.
- [16] L. Li, S.C. Yang, X.Li, F.S. Zhang and P. Christie. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant Soil* vol 2, no 212, pp. 105-114, 1999.
- [17] S. K Karikari and TT Tabona. Constitutive traits and selective indices of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L) Verdc) landraces for drought tolerance under Botswana conditions. *Physics and Chemistry of the Earth* vol 29, 1029-1034, 2004
- [18] M. Brink. Development, growth and dry matter partitioning in bambara groundnut (*Vigna subterranea*) as influenced by photoperiod and shading. *Journal of Agricultural Science* vol 133, pp. 159-166, 1999.
- [19] F.J. Massawe, S.N. Azam-Ali and J.A. Roberts . The impact of temperature on leaf appearance in bambara groundnut landraces. *Crop Science* vol 43, pp. 1375-1379, 2003.
- [20] S.S. Mwale, SN Azam-Ali and F.J. Massawe. Growth and development of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture:1. Dry matter and yield. *European Journal of Agronomy* vol 26, pp. 345-353, 2007.

Etude des difficultés rencontrées par les enseignants débutants sortis de l'Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Bénin lors de leur insertion professionnelle

[Study of difficulties facing beginning teachers from High Normal School of Education of Natitingou, Benin during their professional induction]

Raphael R. KELANI, Issaou GADO, and Magloire AITCHEDJI

Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Université des Sciences Arts et Techniques de Natitingou, BP 538, Benin

Copyright © 2016 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: Beginning teachers' professional induction (PI) constitutes an existential problematic implying a country educational system stakeholders. This quantitative study has four purposes including: (1) to investigate the extent to which the initial training of beginning teachers from High normal school of education of Natitingou has prepared them to teach, according to their subject matter, mathematics, physical sciences, or Life and Earth Sciences.; (2) to describe beginning teachers' PI conditions while starting their teaching career; (3) to explore and describe difficulties facing them at the beginning of their profession and finally; (4) to propose some approaches of solutions. In total 113 beginning teachers from the first three cohorts answered the questionnaire. Results indicated that theoretical and practical courses of the initial training helped these teachers to efficiently cope with the requirements of their teaching profession; in general they didn't get any help from the head of teachers and from teachers as well; they faced pedagogical/didactic, administrative/organizational/material, relational and moreover socio-cultural difficulties. Mentoring and implementation of a PI program initiated by the state government were, among others, the proposed solutions by the participating teachers.

KEYWORDS: initial training, teacher induction, beginning teachers, secondary school teaching, induction difficulties.

RESUME: L'insertion professionnelle (IP) des enseignants débutants constitue une problématique existentielle impliquant les acteurs du système éducatif d'un pays. Cette étude quantitative a pour objectif de (1) investiguer la mesure dans laquelle la formation initiale des normaliens sortis de l'Ecole Normale Supérieure de Natitingou les préparait à bien enseigner les Mathématiques, les Sciences Physiques et les Sciences de la Vie et de la Terre selon leur filière; (2) décrire les conditions d'IP de ces enseignants débutants dans la fonction enseignante; (3) explorer et décrire les difficultés qu'ils rencontrent au début de leur carrière; et enfin (4) proposer des approches de solutions. Au total 113 normaliens des trois premières promotions ont répondu à un questionnaire. Les résultats ont montré que les cours théoriques et pratiques entrant dans leur formation initiale leur ont permis de faire face efficacement aux exigences de leur métier; d'une manière générale, ils n'ont bénéficié d'aucune mesure d'accueil et d'accompagnement aussi bien de la part de la direction, que du personnel enseignant; ils ont rencontré des difficultés d'ordre pédagogique/didactique, administratif/organisationnel/matériel, relationnel et surtout socio-culturel. Le mentorat et la mise en oeuvre d'un programme d'IP initié par l'Etat central ont été, entre autres, les solutions proposées par les enquêtés.

MOTS-CLEFS: formation initiale, insertion professionnelle, enseignants débutants, enseignement secondaire, difficultés d'insertion.

1 INTRODUCTION

Les enseignants sont les catalyseurs de la réussite du système éducatif d'une nation [1]. Dans ce cas, leur formation aussi bien initiale que continue participe de la réussite des objectifs des réformes éducatives. Un autre facteur participant à la réussite de ces objectifs est celle de l'insertion professionnelle (IP) voire la rétention dans le métier des enseignants formés à grands frais par l'Etat. L'IP ou l'entrée dans l'enseignement est une période cruciale de la carrière d'un enseignant. Au sortir de l'université, ce dernier se trouve subitement plongé dans le monde de l'enseignement à temps plein. Selon la référence [2], cette période débute au moment où le diplômé détenteur d'une licence en enseignement entre en fonction et se termine au moment où il devient un enseignant compétent et à l'aise dans son rôle; elle peut s'étendre sur environ sept ans.

La problématique de l'IP des nouveaux enseignants est loin d'être récente et la sensibilité des acteurs éducatifs à son égard semble aller croissante depuis quelques années [3]. En effet, il existe une pléthore d'écrits portant sur la thématique de l'IP dans l'enseignement. La référence [4] a dénombré que déjà de 2000 à 2006 plus de 85 textes (chapitres de livres, mémoires, thèses, articles de journaux, articles scientifiques, actes de colloques, présentations, etc.) aussi bien francophones qu'anglo-saxons ont été écrits sur ce thème.

La république du Bénin, à l'instar des autres pays dans le monde forme des enseignants pour les trois ordres d'enseignement. Les écoles normales sont les lieux par excellence de la formation initiale d'enseignants du primaire et du secondaire. Si dans le primaire, la culture veut que l'enseignant nouvellement sorti d'une Ecole Normale d'Instituteurs soit directement sous la guidance de son directeur d'école, la question qui se pose est de savoir ce qu'il en est de ceux-là nouvellement diplômés des Ecoles Normales Supérieures (ENS). L'ENS de Natitingou est une école de formation de jeunes enseignants en Sciences de la Vie de la Terre (SVT), en Sciences Physique, Chimique et la Technologie (SPCT) et en Mathématiques-Informatique (MI) pour l'enseignement secondaire au Bénin. Le diplôme sanctionnant cette formation de trois ans de ces élèves professeurs est la licence professionnelle les qualifiant à enseigner au premier cycle de l'enseignement secondaire. Cette école, fermée pendant plus d'une dizaine d'années, a réouvert ses portes au début de la rentrée académique 2009-2010 pour pallier à la pénurie d'enseignants de sciences et de mathématiques dans le pays. Trois promotions d'enseignants ont été formées depuis cette réouverture.

Plusieurs observations méritent, ici, d'être faites en rapport avec l'insertion de ces jeunes diplômés sur le marché du travail. Premièrement, ces jeunes enseignants sont livrés à eux-mêmes à leur sortie de leur école de formation. Ils sont donc sans repère et sans autres soutiens lorsqu'ils s'engagent dans le métier qu'ils ont appris. Beaucoup de ceux que nous rencontrons sur le terrain ne cessent de soulever des problèmes relatifs au manque de matériels dans les laboratoires, voire au manque de laboratoire dans les collèges qui les utilisent. Ils évoquent aussi des problèmes de gestion de la classe et de non soutien de la part de certains membres de l'administration et de certains enseignants anciens dans la fonction.

Deuxièmement, ces jeunes rencontrés mettent en exergue les difficultés relatives au métier de l'enseignement. Entre autres, ils soulignent que le métier de l'enseignement est assez ardu et que plus d'une fois ils ont pensé à "tout laisser tomber" et à se tourner vers un autre métier. Enfin troisièmement, ils se disent désorienter par rapport à la vie qu'ils ont mené jusque-là. Ces difficultés rencontrées par ces jeunes posent donc des problèmes relatifs à leur IP dans l'enseignement.

Il existe dans la littérature plusieurs approches définitoires de l'IP. Certains chercheurs considèrent l'IP comme une transition [5], [6], [7], [8], [9]. D'autres, la voient comme un passage qu'effectue l'étudiant en éducation afin de devenir un enseignant débutant outillé [10], [11], [7]. Certains se sont intéressés aux trajectoires d'emploi des débutants [12] ou au sens donné à l'expérience vécue au cours de la première année en enseignement [13]. Le novice passe de la formation initiale universitaire à son intégration comme enseignant débutant. Enfin, plusieurs chercheurs se sont intéressés à l'IP sous l'angle de la socialisation des enseignants débutants [10], [14], [11], [7], [15], [16].

La référence [14] décrit l'IP de l'enseignant débutant comme un procédé de socialisation de l'enseignant dans son nouveau rôle. La référence [16] va plus loin en considérant la socialisation dans le contexte d'un champ d'apprentissage où l'individu devient un membre participant de la communauté qu'est le corps enseignant. La socialisation est également décrite comme une période d'adaptation de début de carrière qui permet aux enseignants débutants d'acquérir un sentiment d'appartenance à un groupe professionnel [17]. Ainsi, les premières années vécues en enseignement sont stressantes pour le novice et deviennent un véritable défi d'adaptation au milieu de travail. Dans son quotidien le novice se sent seul avec ses problèmes et il se retire dans son coin [18]. La référence [15] précise à ce sujet que l'isolement dans la salle de classe peut représenter le principal facteur risquant de compromettre la socialisation de l'enseignant débutant.

C'est plutôt le concept d'induction professionnelle (teacher induction) qui est utilisé dans la littérature anglo-saxonne. Cette expression désigne un processus formel d'aide à l'insertion et au développement professionnel d'enseignants novices en visant leur socialisation dans la culture de l'établissement, l'amélioration de leurs compétences professionnelles, la prise

en compte de leurs principales préoccupations et, éventuellement, l'encadrement de leur développement professionnel [19], [20], [21].

Quatre objectifs principaux sont à l'origine de la conduite de cette étude. Premièrement, il s'agit d'investiguer si les connaissances acquises par les jeunes enseignants sortis de l'ENS de Natitingou les prédisposent à faire face aux exigences de la fonction enseignante. Le deuxième objectif consiste à décrire les conditions d'IP de ces enseignants débutants dans la fonction enseignante. Le troisième objectif est d'explorer et décrire les difficultés qu'ils rencontrent au cours de cette période de leur carrière. Enfin, cette étude était conduite pour explorer des approches de solutions afin de faciliter l'insertion de ces jeunes nantis de leur licence professionnelle et désireux d'exercer la fonction enseignante.

Cette étude est opportune et importante à la fois. Elle est opportune parce qu'aucune recherche en Afrique et en particulier au Bénin – nous le pensons – n'a investigué comment les jeunes enseignants s'insèrent dans la fonction enseignante dès leur sortie des ENS et les problèmes auxquels ils font face au cours de cette IP. Nous pensons aussi qu'elle est opportune car il est temps que nous prenions soin de ces jeunes enseignants débutants du secondaire à l'instar de ce qui se fait pour ceux de l'enseignement primaire. Cette étude est essentielle à travers les intérêts de ses résultats. Les résultats de cette recherche pourraient aider les décideurs à divers niveaux, aussi bien au Bénin que dans d'autres pays en voie de développement, à initier des programmes de suivi de ces jeunes enseignants durant les premières années de carrière. Ces résultats pourraient inciter ces décideurs à prolonger la durée de la formation initiale de ces jeunes enseignants et donc à revoir le libellé de leur diplôme de formation et/ou à retarder leur entrée à l'ENS de Natitingou.

Quatre questions ont été posées au cours de cette étude, à savoir:

- Dans quelle mesure les connaissances acquises au cours de la formation initiale reçue par les enseignants sortis de l'ENS de Natitingou leur ont permis de faire efficacement face aux exigences de la fonction enseignante lors de leur IP?
- Quelles sont les conditions dans lesquelles les enseignants sortis de l'ENS de Natitingou s'insèrent professionnellement dans la fonction enseignante?
- Quelles sont les difficultés que rencontrent les enseignants sortis de l'ENS de Natitingou au cours de leur IP?
- Quelles sont les approches de solutions pour aider les nouveaux normaliens sortis de l'ENS de Natitingou à s'insérer facilement dans la fonction enseignante?

2 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

2.1 CONCEPTION DE LA RECHERCHE ET PARTICIPANTS

La méthode de recherche quantitative a été privilégiée pour la collecte des données. Les problèmes relatifs à l'IP dans l'enseignement concernent assurément tous les nouveaux enseignants sortis des ENS du Bénin et plus précisément ceux des ENS de Porto-Novo et de Natitingou. Cependant, la population intéressée par cette recherche est celle des normaliens issus de l'ENS de Natitingou. Ce choix des participants a été opéré car les chercheurs sont d'abord tous des enseignants de cette ENS et ils pensent que ces sujets seraient facilement accessibles au moment de la collecte des données, bien qu'ils soient actuellement dispersés sur le territoire national. Au total, 325 jeunes enseignants des promotions 2011-2012, 2012-2013 et 2013-2014 – toutes filières confondues – dont 249 (76,61 %) hommes et 76 (23,39 %) femmes sont supposés participer à l'étude (Tableau 1).

Tableau 1. Effectifs des anciens normaliens par promotion et par sexe

Promotion	Effectif des anciens normaliens								
	SVT			SPCT			MI		TOTAL
	M	F	T ₁	M	F	T ₂	M	F	
2011-2012	27	16	43	21	2	23	20	2	88
2012-2013	28	19	47	27	8	35	25	0	107
2013-2014	54	22	76	25	7	32	22	0	130
TOTAL	109	57		73	17		67	2	325

Source: Scolarité de l'ENS de Natitingou (M = masculin; F = féminin), 2015

2.2 OUTIL DE COLLECTE DES DONNÉES

Les données quantitatives de cette étude ont été collectées en utilisant un questionnaire qui comprend essentiellement deux parties: les informations générales et les déclarations. Les informations générales ont trait, entre autres, à la filière du sujet, à son âge à la sortie de l'ENS et à sa promotion (1^{ère}, 2^e, ou 3^e). Les participants auront à dire s'ils continuent d'exercer la fonction enseignante, s'ils ont pensé à quitter la profession et dans l'affirmative, les raisons qui ont motivé une telle décision. Les déclarations proposées dans l'instrument sont relatives à la formation théorique reçue, aux différents stages, aux conditions d'IP, aux difficultés rencontrées lors de l'insertion et aux approches de solutions. Les déclarations relatives aux difficultés rencontrées sont liées aux aspects pédagogique/didactique de la profession, administratif/organisationnel/matériel, et relationnel [22]. Pour ces différentes déclarations, l'échelle de Likert a été proposée aux participants de l'étude afin d'obtenir leur degré de consentement allant de l'accord total (1) au désaccord total (5) en passant l'indifférence (3). La dernière partie du questionnaire demandait aux répondants de faire la liste d'autres difficultés rencontrées au début de la fonction enseignante et les approches de solutions qu'ils ont envisagées.

Avant l'administration de ce questionnaire aux sujets de la recherche, les chercheurs ont réalisé une étude pilote de l'instrument avec des enseignants débutants de l'ENS de Porto-Novo dans le but de corriger et/ou de reformuler les déclarations à eux proposées. L'étude de la fiabilité de l'instrument a été réalisée. Pour tout l'instrument, le coefficient de fiabilité (Alpha Cronbach) est de 0,742, indiquant que l'instrument est assez fiable. Ce coefficient mesuré pour chaque section de la deuxième partie de l'instrument a donné pour les 15 items de la formation initiale $\alpha = 0,856$; pour les 9 items de la partie stages de formation $\alpha = 0,784$; pour les 12 items de la partie relative aux conditions d'insertion $\alpha = 0,840$; pour les 9 relatifs aux difficultés rencontrées $\alpha = 0,799$; et enfin pour les 13 items des approches de solutions $\alpha = 0,562$. Les normaliens ont été contactés individuellement soit par courrier électronique, soit par le réseau social Facebook et soit personnellement.

Au total 113 anciens normaliens dont la moyenne d'âge est de 22,84 ans (Ecart-type 1,868) ont pris part à l'étude en remplissant le questionnaire. Cette moyenne d'âge prouve qu'à leur sortie de l'ENS, ces enseignants sont très jeunes pour la fonction enseignante. Ceci justifie encore une fois l'importance de conduire cette étude. Le tableau 2 fournit les fréquences par sexe, promotion et matière enseignée. D'après ce tableau, les étudiants du sexe masculin ont plus participé à l'étude. Ceux de la 3^e promotion et surtout ceux de la filière SVT ont plus rempli le questionnaire.

Tableau 2. Différentes fréquences des participants par sexe, matière enseignée et promotion

Sexe (%)		Matière enseignée (%)			Promotion (%)		
M	F	SVT	SPCT	MI	1 ^{ère}	2 ^e	3 ^e
70,8	29,2	57,1	22,9	20,0	19,1	9,1	71,8

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

Les données recueillies à partir de l'instrument ont été analysées (SPSS v.22) en utilisant les statistiques descriptives et comparatives telles que les moyennes et les écarts-types, les fréquences, les pourcentages les tests t et la corrélation de Pearson.

3 RÉSULTATS

3.1 QUESTION DE RECHERCHE 1

La formation initiale reçue par les normaliens comprend une phase théorique et une phase pratique. La phase théorique a trait aux différents cours académiques et professionnels que reçoivent les futurs enseignants. La phase pratique a trait aux différents stages (immersion, initiation et professionnalisation) des élèves professeurs. Les sujets de cette étude ont été, dans une grande mesure, fortement en accord ($M = 1,71$; Ecart-type = 0,43) avec les items relatifs à leur formation théorique, en comparaison avec la moyenne de 3 qui est l'indifférence.

En général, le tableau 3, présentant les moyennes des déclarations relatives à la formation initiale, montre que les répondants ont été bien formés pour faire face aux exigences de la fonction enseignante. Plus précisément, l'ensemble des formations académique et professionnelle leur a permis au cours de leur IP de maîtriser comment conduire les différents types d'évaluation des apprentissages (A6 et A7), d'utiliser les ressources didactiques (A1), de créer un climat de classe favorable aux apprentissages (A8 et A10), et de maîtriser différentes façons de motiver les apprenants pour leur

apprentissage (A2). Cette formation leur a aussi permis de connaître suffisamment les contenus de leur discipline enseignée (A14), de pratiquer la déontologie et l'éthique professionnelle (A13) et d'élargir leur culture générale (A15).

Tableau 3. Moyenne des items de la formation théorique des répondants

Déclaration	M	Ecart-type
A1 Utiliser les ressources didactiques.	1,53*	0,687
A2 Maîtriser les façons de motiver les apprenants à apprendre.	1,65*	0,722
A3 S'adapter aux caractéristiques et aux habiletés des apprenants.	1,80*	0,792
A4 Maîtriser les techniques et méthodes d'enseignement.	1,58*	0,733
A5 Maîtriser les moyens d'engager les apprenants dans leur apprentissage.	1,63*	0,602
A6 Maîtriser comment faire l'évaluation formative des apprentissages.	1,41*	0,564
A7 Maîtriser comment faire l'évaluation sommative des apprentissages.	1,37*	0,522
A8 Créer un bon climat de classe.	1,58*	0,672
A9 Détecter des difficultés d'apprentissage des apprenants.	1,78*	0,643
A10 Organiser et de gérer ma classe.	1,75*	0,674
A11 Pratiquer la pédagogie différenciée.	2,04*	0,910
A12 Utiliser les NTIC.	2,50*	1,312
A13 Pratiquer la déontologie et l'éthique professionnelle.	1,61*	0,732
A14 Connaître suffisamment le contenu de la discipline que j'enseigne.	1,64*	0,763
A15 Elargir ma culture générale.	1,89*	0,854

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015 (* = $p < .000$)

Les différents stages suivis sur le terrain et les échanges que les sujets ont eus avec les tuteurs et tutrices les ont aidés à affronter sereinement leur métier ($M = 2,07$; Ecart-type = 0,62). Ils ont déclaré, entre autres, que les stages les ont aidés à développer une réflexion critique par rapport à la pratique enseignante (B22). Ils ont pu, à l'aide des stages, transférer le contenu des cours théoriques dans la pratique (B21). Les sujets enquêtés étaient satisfaits de l'encadrement reçu dans le collège où s'était tenu leur stage de professionnalisation (B19). Ils ont, cependant, estimé que le temps de stage était d'une durée courte (B20). (Tableau 4)

Tableau 4. Moyenne des items des stages pratiques des répondants

Déclaration	M	Ecart-type
B16 D'une manière générale, je suis satisfait(e) de l'accueil reçu dans le collège au cours de mon stage de professionnalisation.	2,25*	1,281
B17 Mes cours académiques m'ont bien préparé à effectuer mon stage de professionnalisation.	1,98*	0,995
B18 Mes cours de formation professionnelle m'ont bien préparé à effectuer mon stage de professionnalisation.	1,68*	0,800
B19 D'une manière générale, je suis satisfait(e) de l'encadrement reçu dans le collège au cours de mon stage de professionnalisation.	2,27*	1,206
B20 J'aurais préféré avoir plus de temps de stage au cours de ma formation.	2,05*	1,044
B21 Mes stages m'ont permis de transférer le contenu de mes cours théoriques dans la pratique.	1,77*	0,797
B22 Mes stages m'ont aidé à développer une réflexion critique par rapport à la pratique enseignante.	1,58*	0,693
B23 D'une manière générale, les tuteurs et tutrices qui nous ont accueillis dans les collèges de stage avaient la compétence pour nous encadrer.	1,93*	1,006
B24 D'une manière générale, les moments où se tenaient nos stages étaient bien choisis.	3,14	1,400

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015 (* = $p < .000$)

3.2 QUESTION DE RECHERCHE 2

Les conditions d'IP dont il s'agit ont trait aux conditions vécues, voire l'atmosphère dans laquelle s'était déroulée les premiers contacts. Les conditions d'IP sont en relation avec les mesures d'accueil dans le milieu scolaire, de prise en charge par l'administration, de soutien et/ou de parrainage par les anciens enseignants de la matière enseignée par le débutant, d'assistance et/ou d'entraide par une personne ressource ou par un réseau de jeunes enseignants. Ces conditions ont aussi rapport aux conditions matérielles et/ou didactiques devant permettre aux nouveaux enseignants de se sentir à l'aise en début de la carrière enseignante.

Globalement, les participants à cette étude ont adopté une attitude plus ou moins d'indifférence ($M = 3,308$; Ecart-type = 0,766) par rapport aux 12 déclarations négatives qui leur ont été proposées, avec une tendance significative vers le désaccord. Le test de t d'un échantillon unique avec une moyenne de 3 indique un résultat mitigé. D'après le tableau 5, les sujets ont reconnu qu'au début de leur prise de fonction, à leur arrivée au collège, l'accès au matériel et aux ressources pédagogiques et/ou didactiques n'était pas facile (C28); il n'y avait aucun groupe de discussion à part les rencontres d'animation pédagogique (C34); il n'y avait aucun réseau d'entraide de jeunes enseignants (C35). Les participants ont affirmé que d'une manière générale, ils n'ont bénéficié d'aucune mesure d'accueil et d'accompagnement (C36). Cependant, ils ont été indifférents voire en désaccord avec le fait qu'un enseignant les a accueilli (C25), qu'ils aient reçu un accueil de la part de la direction et de l'administration du collège (C26; C27), qu'ils aient eus un parrainage de la part des plus anciens enseignants (C31), qu'ils aient rencontré une personne ressource (C32) et qu'il n'y avait aucun groupe de soutien. Ils n'ont pas été d'accord avec le fait qu'ils n'aient collaboré avec un enseignant du collège (C30).

Tableau 5. Moyenne des items sur les conditions d'insertion

Déclaration	<i>M</i>	Ecart-type
C25 Aucun enseignant ne m'a accueilli.	3,48*	1,375
C26 Je n'ai reçu aucun accueil de la part de la direction du collège.	3,40*	1,452
C27 Je n'ai reçu aucun accueil de la part de l'administration du collège.	3,63*	1,316
C28 L'accès au matériel et aux ressources pédagogiques n'était pas facile.	2,94	1,372
C29 Je n'ai collaboré avec aucun membre de l'administration du collège.	3,99*	1,029
C30 Je n'ai collaboré avec aucun enseignant du collège.	4,31*	0,908
C31 Je n'ai reçu aucun parrainage de la part des plus anciens enseignants.	3,31*	1,442
C32 Je n'ai rencontré aucune personne ressource.	3,78*	1,157
C33 Il n'y avait aucun groupe de soutien.	3,04	1,414
C34 Il n'y avait aucun groupe de discussion à part les rencontres d'Animation Pédagogique.	2,70*	1,399
C35 Il n'y avait aucun réseau d'entraide de jeunes enseignants(es).	2,19*	1,272
C36 D'une manière générale, je n'ai bénéficié d'aucune mesure d'accueil et d'accompagnement.	2,88	1,409

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015 (* = $p < .000$)

3.3 QUESTION DE RECHERCHE 3

Comme souligné plus haut, les difficultés sont de trois ordres à savoir les difficultés d'ordre pédagogique/didactique, administratif/organisationnel/matériel et relationnel. Globalement, les sujets de l'étude ont eu des attitudes mitigées ($M = 3,38$; Ecart-type = 0,76) en rapport avec les 9 déclarations proposées avec une tendance significative vers le désaccord.

En effet, par rapport aux déclarations relatives aux difficultés pédagogiques /didactiques à savoir ne pas avoir le temps pour planifier les cours à enseigner (D38), ne pas avoir le temps pour préparer le matériel didactique (D39), manquer de temps pour préparer les activités d'apprentissage (D40), manquer de temps pour corriger les évaluations (D41), les nouveaux enseignants enquêtés ont eu une attitude significative tendant vers le désaccord, au vu des moyennes figurant dans le tableau 6. Les sujets ont eu une réponse mitigée pour ce qui est de manquer de temps pour s'occuper des apprenants qui ont des besoins particuliers (D42)

Tableau 6. Moyenne des difficultés rencontrées par les répondants

Déclaration	M	Ecart-type
D37 Il m'est arrivé d'être dépassé(e) par ma charge de travail dans l'enseignement.	3,26*	1,376
D38 Il m'est arrivé de manquer de temps pour planifier mes cours à enseigner.	3,47*	1,183
D39 Il m'est arrivé de manquer de temps pour préparer du matériel didactique.	3,59*	1,045
D40 Il m'est arrivé de manquer de temps pour préparer les activités d'apprentissage.	3,76*	1,106
D41 Il m'est arrivé de manquer de temps pour faire la correction des évaluations.	3,56*	1,203
D42 Il m'est arrivé de manquer de temps pour m'occuper des apprenants qui ont des besoins particuliers.	3,13	1,362
D43 Il m'est arrivé de manquer de temps pour échanger avec des collègues.	3,39*	1,122
D44 Il m'est arrivé de manquer de temps pour me documenter afin de parfaire ma formation.	3,64*	1,136
D45 Il m'est arrivé de manquer de temps pour ma vie privée.	2,71	1,361

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015 (* = $p < .000$)

Cette attitude défavorable est aussi remarquée au regard des déclarations relatives aux difficultés d'ordre organisationnel/matériel, à savoir être dépassé par la charge de travail dans l'enseignement (D37), ne pas avoir le temps pour préparer le matériel didactique (D39), manquer de temps pour préparer les activités d'apprentissage (D40) et ne pas avoir le temps pour se documenter afin d'actualiser ses connaissances.

Pour ce qui concerne les difficultés d'ordre relationnel, les sujets ont montré un désaccord quant à leur relation avec les collègues (D43), mais ils ont indiqué leur accord de ne pas avoir assez de temps pour leur vie privée (D45).

Comme il est demandé dans le questionnaire, certains participants à l'étude (45 %) ont fait la liste complémentaire d'autres difficultés rencontrées au début de la fonction enseignante. Trois types de difficultés complémentaires ont été mentionnés par les sujets. Premièrement, presque tous ceux qui ont rédigé un texte, ont mis en exergue le mépris voire le manque de considération dont font montre certains membres de l'administration de leur collège et même de certains enseignants aînés dans la fonction à leur égard. Cet état de chose les ont indisposé et les ont empêché de s'approcher des anciens. Deuxièmement, ils ont indiqué le caractère pléthorique de la plupart des classes de l'enseignement secondaire. Le nombre élevé des apprenants dans les classes ont entravé leurs interventions pédagogiques. Enfin troisièmement, ils ont tous déploré le niveau assez bas de certains apprenants. Ces derniers empêchent la bonne évolution des séquences de classe par leur bavardage et surtout par leur incapacité de lire et de bien s'exprimer en français.

3.4 QUESTION DE RECHERCHE 4

Les enquêtés ont indiqué de façon significative leur accord vis-à-vis des déclarations proposées comme approches de solutions pour une IP aisée dans la fonction enseignante d'autres futurs normaliens ($M = 1,68$; Ecart-type = 0,58). Bien que toutes les 13 déclarations ont reçu l'approbation des jeunes enseignants, ils ont plus insisté, dans l'ordre, sur le fait qu'au cours des premières années de leur fonction, ils auraient aimé travailler dans un collège disposant de bibliothèque et de salle de lecture (E57), enseigner dans des classes n'ayant pas un effectif pléthorique d'apprenants (E55), travailler dans un collège disposant de laboratoire équipé (E56), travailler dans un collège disposant de salle de professeurs (E58), collaborer avec des collègues enseignants la même discipline (E48), et participer activement aux développements professionnels organisés hebdomadairement dans leur collège (E52). Ils ont aussi indiqué qu'il existât un programme d'IP pour aider les jeunes enseignants débutants à mieux s'insérer dans le métier (E46) et qu'un mentor (ou un parrain) expérimenté et chevronné dans leur discipline puisse les assister pour réussir leur fonction (Tableau 7)

Tableau 7: Moyenne des approches de solution proposées par les répondants par ordre décroissant

Déclaration	M	Ecart-type
E57 J'aurais aimé travailler dans un collège disposant de bibliothèque et salle de lecture.	1,32*	0,670
E55 J'aurais aimé ne pas avoir une classe pléthorique (pas supérieure à 50 apprenants).	1,37*	0,721
E56 J'aurais aimé travailler dans un collège disposant de laboratoire équipé.	1,40*	0,767
E58 J'aurais aimé travailler dans un collège disposant de salle de professeurs.	1,46*	0,841
E48 J'aurais aimé collaborer avec des collègues enseignants de la même discipline que moi (travail en équipe avec les pairs).	1,53*	0,771
E52 J'aurais aimé participer activement aux développements professionnels organisés hebdomadairement dans mon collège.	1,60*	0,912
E46 J'aurais aimé qu'il existât un programme d'IP pour aider les enseignants(es) débutants(es) à mieux s'insérer dans le métier.	1,61*	1,065
E47 J'aurais aimé qu'un mentor (ou un parrain) expérimenté et chevronné dans ma discipline puisse m'aider à réussir ma fonction.	1,71*	0,946
E50 J'aurais aimé que le directeur de mon collège vienne observer mes cours suivis de discussions pour m'encourager.	1,87*	0,921
E51 J'aurais aimé intégrer les organisations ou associations d'enseignants de ma discipline.	1,94*	0,984
E49 J'aurais aimé que le directeur de mon collège me soutienne et me conseille.	1,96*	1,028
E53 J'aurais aimé recevoir la visite des inspecteurs de l'IGPM.	2,06*	4,206
E54 J'aurais aimé ne pas avoir un emploi du temps trop chargé (pas plus de 18 h).	2,13*	1,235

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015 (* = $p < .000$) (IGPM: Inspection Générale Pédagogique du Ministère)

Dans une analyse holistique des facteurs contenus dans le questionnaire participant d'une IP aisée des enseignants dans leur fonction, les corrélations de Pearson ont été calculées. On a remarqué que pour tous les sujets prenant part à l'étude, il y a trois paires de facteurs ayant une relation de façon significative.

Premièrement, il y a une corrélation significative entre les connaissances acquises au cours de la formation et les stages effectués durant la formation à l'ENS-Natitingou. La valeur de r ($r = 0,490$; $p < 0,01$) indique une relation moyenne entre ces variables.

Ensuite, il existe une faible corrélation entre les stages effectués durant la formation à l'ENS-Natitingou et les conditions d'insertion ($r = -0,205$; $p < 0,05$); cependant, la valeur de $r^2 = 0,042$ qui est le coefficient de détermination indique que 4,2 % des stages effectués peuvent rendre compte des conditions d'IP des enseignants débutants sortis de l'ENS.

Enfin, il y a une corrélation significative entre les connaissances acquises au cours de la formation à l'ENS-Natitingou et les difficultés rencontrées au début de la fonction enseignante ($r = -0,319$; $p < 0,01$) rendant compte de 10,2 % de la variance totale. Ces rapports statistiques suggèrent l'importance de l'interaction entre les connaissances académiques théoriques acquises, les stages de formation et les difficultés rencontrées au cours de l'IP des jeunes normaliens (Tableau 8). On constate qu'il n'y a aucune corrélation entre les approches de solutions proposées et les quatre autres facteurs.

Tableau 8. Corrélations des facteurs

Variable			1	2	3	4	5
1	Connaissances acquises	Pearson Corrélation	--				
2	Stages durant la formation	Pearson Corrélation	0,490**	--			
3	Conditions d'insertion	Pearson Corrélation	0,21	-0,205*	--		
4	Difficultés rencontrées	Pearson Corrélation	-0,319**	-0,097	-0,013	--	
5	Approches de solutions	Pearson Corrélation	0,150	0,114	0,063	0,060	--

Source: Enquête de terrain mai-septembre 2015 (** = $p < 0,01$; $N = 112$)

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

4.1 DISCUSSION DES RESULTATS DE LA QUESTION 1

Les jeunes normaliens participant à l'étude ont jugé favorablement la formation initiale reçue à l'ENS de Natitingou et ont positivement apprécié son apport dans l'exercice de leur métier. Ils ont indiqué que les cours théoriques relatifs aux différents contenus des programmes à enseigner, de même que les stages pratiques (d'immersion, d'initiation et de professionnalisation) au cours desquels ils ont observé des enseignants expérimentés faire leur métier et pendant lesquels ils ont eux-mêmes préparé et donné des leçons les ont aguerris pour la fonction (voir Tableaux 3 & 4). Des résultats identiques relatifs à la satisfaction des nouveaux enseignants en début de carrière quant à leur formation initiale ont été obtenus lors des recherches en Suisse et au Québec (voir [23], [24]). Quand bien même certains chercheurs tels que [25], [26], [27] affirment que les programmes de formation des enseignants souffrent d'excès théoriques, d'un décalage par rapport à la pratique, de cours fragmentés et sans cohésion, la présente recherche à l'ENS de Natitingou, montre que ces écarts ne sont pas observés. En effet, en république du Bénin, tout le système éducatif est centralisé à travers – pour ce qui concerne l'ENS de Natitingou – le ministère de l'enseignement secondaire. Par conséquent, chaque aspect de l'enseignement secondaire y compris les programmes d'études, les objectifs pédagogiques, les cours à enseigner, les méthodes d'enseignement, les enseignants, les manuels scolaires et le système d'évaluation sont régis et contrôlés à travers des textes officiels pris par l'Etat. En d'autres termes, les différents programmes d'études dans l'enseignement secondaire mis en œuvre au Bénin sont élaborés et validés par des experts en éducation désignés par les décideurs dudit ministère. Ainsi, la satisfaction manifestée par les jeunes enseignants sortis de l'ENS de Natitingou pour ce qui concerne leur formation initiale est tout à fait justifiée.

4.2 DISCUSSION DES RESULTATS DE LA QUESTION 2

Par rapport aux différentes conditions d'insertion proposées dans le questionnaire, les répondants ont eu des réponses mitigées. Néanmoins, ils ont fortement été en accord avec le fait que d'une manière générale, il n'ont bénéficié d'aucune mesure d'accueil et d'accompagnement (voir Tableau 5). Autrement dit, on peut donc affirmer que dans les collèges et/ou lycées d'accueil des sujets, il n'existe aucune structure de support et de culture de support. La référence [28] définit la structure de support comme étant toutes les activités que les établissements scolaires entreprennent pour supporter et accompagner leurs enseignants débutants et la culture de support nécessaire pour le développement professionnel et la motivation de la fonction enseignante de ces derniers.

La littérature ne nous renseigne pas sur l'existence des programmes d'IP des enseignants débutants ni sur des politiques de soutien pour favoriser une insertion réussie desdits enseignants dans les pays en voie de développement. De même, dans les pays développés ces nouvelles recrues sont laissées à elles-mêmes, confirmant l'idée répandue d'apprendre à nager seuls ou de couler ("sink or swim") [29], [30], [31]. Cet état de chose a des effets néfastes sur la qualité de l'enseignement et constitue une cause de l'attrition et du découragement de ces débutants dans le métier. La référence [32] renseigne que de plus en plus conscients de cette situation, certains états, notamment les États-Unis, le Royaume Uni, l'Australie et le Japon, ont implanté des politiques et des programmes d'insertion pour mieux soutenir les enseignants débutants et ainsi contrer l'attrition et ses impacts négatifs.

4.3 DISCUSSION DES RESULTATS DE LA QUESTION 3

Les normaliens enquêtés ont eu des attitudes mitigées avec une tendance significative vers le désaccord vis-à-vis des difficultés d'ordre pédagogique/didactique proposées dans le questionnaire. Selon eux, au cours de leurs premières années de leur prise de fonction, ils n'ont pas manqué de temps pour planifier leurs cours, préparer le matériel didactique, préparer les activités d'apprentissage, corriger les évaluations et s'occuper des apprenants qui ont des besoins particuliers. Cette attitude mitigée des normaliens enquêtés peut s'expliquer par le fait que ces derniers ne maîtrisent pas encore toutes les "diverses dimensions du métier d'enseignant" ([33], p. 26) et que la plupart d'entre eux ne prennent pas encore la mesure de leurs responsabilités professionnelles et des compétences professionnelles attendues de l'enseignant. On ne devient pas un enseignant compétent et à l'aise dans son rôle à court terme, mais à moyen ou à long terme. Même si les participants affirment que leur formation initiale les a bien préparés pour la fonction enseignante, on ne saurait dire qu'il n'y a pas eu de difficultés d'ordre pédagogique/didactique. En effet, 45 % des enquêtés ont eu à faire une liste complémentaire des problèmes liés à la gestion de classe (bavardage, incapacité de faire la lecture et de parler français, classe à effectif pléthorique, niveau d'étude bas, etc.).

Les déclarations relatives aux difficultés d'ordre organisationnel/matériel proposées dans le questionnaire ont aussi reçu des réponses mitigées. Néanmoins, ils ont noté dans leurs écrits d'autres difficultés telles que le manque de laboratoire pour les manipulations et de matériels de laboratoire, l'insuffisance des salles de classes, la quasi-inexistence des programmes et des documents d'accompagnement dans les bibliothèques des établissements scolaires. L'administration des collèges et lycées en rajoute à ces problèmes en diminuant les heures allouées pour l'enseignement.

Contrairement à l'attitude mitigée des répondants concernant les difficultés d'ordre relationnel, on peut affirmer qu'elles subsistent à travers leurs écrits. Ils ont souligné des difficultés relatives à la collaboration-partage de ressources entre collègues, mais encore plus celles relatives à la relation avec les collègues. Il est important de mentionner dans cette étude le mépris et la marginalisation dont les jeunes diplômés de l'ENS de Natitingou sont victimes de la part des enseignants aînés. D'après les répondants, cette attitude des enseignants aînés s'explique par le fait qu'ils sont jeunes et veulent bien faire. Ce comportement des enseignants aînés est plutôt ambigu compte tenu du fait que ce sont ces derniers qui sont les personnes ressources vers lesquelles ces jeunes pourront se tourner en cas de besoin. Il est important que de futures études investiguent les raisons profondes de ces attitudes adoptées par les enseignants aînés à l'endroit des débutants.

Au delà de cette catégorisation relative aux difficultés rencontrées par les jeunes normaliens enquêtés et déjà soulignée par la référence [23], cette étude révèle une autre forme de difficulté d'ordre psychologique. Les répondants ont mentionné qu'ils étaient victimes du régionalisme et de l'ethnocentrisme de la part de l'administration de certains établissements secondaires dans certaines régions du Bénin. D'après leurs écrits, ces jeunes intervenant dans ces collèges en tant qu'honoraires en attendant d'être recrutés par l'Etat central, se feraient renvoyer en pleine année scolaire – ou au début de l'année scolaire – par les chefs d'établissement sous l'instigation des membres de l'Association des Parents d'Elèves (APE) dudit collège, pour être remplacé par un fils/une fille de la région où le collège est implanté même si ce dernier/cette dernière n'a pas le diplôme requis ni la formation requise pour enseigner au collège. Il est recommandé que des études soient menées pour explorer l'ampleur de ce phénomène socioculturel dit du "fils du terroir" qui serait très stressant pour les jeunes normaliens en quête d'une stabilité sur le plan du travail.

4.4 DISCUSSION DES RESULTATS DE LA QUESTION 4

Les déclarations relatives aux approches de solution pour faciliter l'IP aux jeunes enseignants débutants proposées aux participants à l'étude ont reçu leur totale approbation. Ceci est la preuve que des difficultés existent sur le terrain et que ces jeunes ont besoin d'assistance aussi bien de la part de l'administration et surtout du directeur, que des enseignants anciens dans le métier. Ils auraient aimé ne pas avoir des classes à effectif pléthorique, collaborer avec des collègues enseignant la même discipline, participer aux développements professionnels et qu'il existât un programme d'IP pour les aider à mieux s'insérer dans leur métier.

5 CONCLUSION

La problématique concernant l'IP des enseignants débutants se pose de nos jours avec acuité aux pays développés, mais encore plus aux pays en voie de développement à travers le monde. Quatre questions de recherche ont été posées au cours de cette étude.

A la première question de recherche, les répondants ont reconnu que les cours théoriques et pratiques entrant dans leur formation initiale leur ont permis de faire face efficacement aux impératifs de leur métier. Concernant la deuxième question,

bien que les participants ont eu à répondre de façon mitigée, les écrits ont montré que d'une manière générale, ils n'ont bénéficié d'aucune mesure d'accueil et d'accompagnement aussi bien de la part de la direction, que du personnel enseignant. Par rapport à la troisième question, les répondants ont fait face à des difficultés d'ordre pédagogique/didactique, administrative/organisationnel/matériel et relationnel. Cette étude a fait ressortir un autre type de difficultés d'ordre socio-culturel dit du "fils du terroir". Enfin, eu égard à la quatrième question, plusieurs approches de solutions ont été proposées dont le mentorat et la mise en œuvre d'un programme d'IP initié par l'Etat central.

REFERENCES

- [1] R. R. Kélani, "Etude des déterminants de la désaffection des enseignants des sciences physiques en république du Bénin vis-a-vis du développement professionnel," *IMO-IRIKISI, FLASH-UAC*, vol. 6, no. 1, pp. 27-234, 2014.
- [2] J. H. C. Vonk and G. A. Schras, "From the beginning to experienced teacher: A study of the professional development of teachers during their first four years of service," *European Journal of Teacher Education*, vol. 10, no. 1, pp. 95-110, 1987.
- [3] J. De Stercke et al., "Difficultés d'insertion professionnelle dans l'enseignement secondaire ordinaire en Belgique francophone," *Education & formation – e-294* – pp. 137-148, 2010.
- [4] Vallerand, A.-C., Martineau, S. and Bergevin, C., *Portrait de la situation de la recherche sur l'insertion professionnelle en enseignement*. Communication présentée dans le cadre de l'ACFAS. Université McGill, Montreal, 2006.
- [5] S. Feiman-Nemser, "From Preparation to Practice: Designing a Continuum to Strengthen and Sustain Teaching," *Teachers College Record*, vol. 103 no. 6, pp. 1013-1055, 2001.
- [6] Mukamurera, J., *Formation initiale, insertion professionnelle et formation continue: un équilibre à trouver en vue d'une professionnalisation prometteuse de l'enseignement*. Communication présentée à la 7e Biennale internationale de l'éducation et de la formation. France, Lyon, 2004.
- [7] Nault, T., *Étude exploratoire de l'insertion professionnelle des enseignants débutants au niveau secondaire*. Thèse de doctorat, Université de Montréal, 1993.
- [8] Weva, K. W., *Insertion professionnelle des nouveaux enseignants: responsabilité de l'administration scolaire*. In J.-C. Héту, M. Lavoie and S. Baillauquès (Eds.), *Jeunes enseignants et insertion professionnelle: un processus de socialisation, de professionnalisation, de transformation?*, Bruxelles : De Boeck, pp. 187-204, 1999.
- [9] Wong, H. K., *Mentoring can't do it all*. *Education Week*, 2001. [Online]. Available: <http://www.edweek.org/ew-aug1080801> (1999)
- [10] Comité d'orientation de la formation du personnel enseignant. COFPE. Offrir la profession en héritage. Québec: Ministère de l'Éducation, 2002.
- [11] C. Gervais, "Comprendre l'insertion professionnelle des jeunes enseignants," *Vie Pédagogique*, III, pp. 12-17, 1999a.
- [12] Mukamurera, J., *Étude du processus d'insertion professionnelle de jeunes enseignants à partir du concept de trajectoire*. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, 1998.
- [13] Lamarre, A. M., *Étude de l'expérience de la première année d'enseignement au primaire dans une perspective phénoménologico-herméneutique*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, 2003.
- [14] Feiman-Nemser, S., Schwille, S., Carver, C. and Yusko, B., *A Conceptual review of literature on new teacher induction*. Washington, DC, USA: National Partnership for Excellence and Accountability in Teaching, 1999.
- [15] Stansbury, and Zimmerman, *Lifelines to the classroom: Designing support for beginning teachers*. San Francisco, CA: WestEd, 2000.
- [16] Zeichner, Gore, *Teacher Socialization*. Washington, DC. National Centre for Research and Improvement (ED326486), pp. 89-97, 1989.
- [17] Gervais, C., *Analyse du discours d'enseignants sur les pratiques d'accompagnement en insertion professionnelle: une pratique d'accompagnement à l'image de la pratique d'enseignement*. In J.-C. Héту, M. Lavoie and S. Baillauquès (Eds.), *Jeunes enseignants et insertion professionnelle: un processus de socialisation, de professionnalisation de transformation?*, Belgique, Bruxelles: De Boeck et Larcier, pp. 113-138, 1999b.
- [18] Baillauquès, S. (1999). *Ce que l'entrée dans la carrière révèle du rapport des enseignants à la formation: éléments d'une problématique de professionnalisation*. In J.-C. Héту, M. Lavoie and S. Baillauquès (Eds.), *Jeunes enseignants et insertion professionnelle: un processus de socialisation de professionnalisation, de transformation?*, Belgique, Bruxelles: De Boeck et Larcier, pp. 21-42, 1999.
- [19] Angelle, P. S., T.O.S.S. It to the new teacher: The principal's role in the induction process. Paper presented at the Annual Meeting of the Southwest Educational Research Association, February 14-16, 2002, Austin, TX, February 14-16, 2002a.
- [20] National Commission on Teaching and America's Future (NCTAF), *What matters most: Teaching for America's future*, New York, NY: NCTAF, 1996.

- [21] Serpell, *Beginning Teacher Induction: A Review of the Literature*. Washington, DC: American Association of Colleges for Teacher Education, 2000.
- [22] J. De Stercke, B. De Lièvre, and G. Temperman, "Insertion professionnelle de enseignants: du rôle des directions," *Revue indirect. Département des Sciences et de la Technologie de Technologie. Université de Mons*, pp. 1-14, 2011.
- [23] Table MEQ-Universités, Enquête auprès des premiers diplômés et diplômées du baccalauréat en enseignement secondaire. Etude réalisée par la Direction du recensement étudiant et de la recherche institutionnelle de l'Université du Québec, 2000.
- [24] M. Mellouki, A. Akkari, N. Changkakoti, F. Gremion, and M. Tardif, M. "Profils d'insertion et d'identité professionnelle des enseignants débutants au secondaire: premiers résultats d'une recherche qualitative," *Formation et Pratiques d'enseignement en Questions*, vol. 8, pp. 45-76, 2008.
- [25] M. Allen, "Teacher Preparation and Induction," *Progress of Education Reform*, vol. 2no. 3, pp. 1-6, 2000.
- [26] Darling-Hammond, L., Hammerness, K., Grossman, P., Rust, F., and Shulman, L. *The design of teacher education programs*. In L. Darling-Hammond & J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco, CA : Jossey-Bass, pp. 390-441, 2005.
- [27] J. Worthy, "It didn't have to be so hard": The first year of teaching in an urban school. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, vol 18, no. 3, pp. 379-398, 2005.
- [28] L. Gaikhorst, J.J. Beishuizen, I. M. Korstjens, and M. L. L.Volman, "Induction of beginning teachers in urban environments: An exploration of the support structure and culture for beginning teachers at primary schools needed to improve retention of primary school teachers," *Teacher and Teacher Education*, vol. 42, pp. 23-43, 2014.
- [29] Feiman-Nemser, S. *Multiple meanings of new teacher induction*. In J. Wang, S. J. Odell and R. T. Clift (Eds.), *Past, Present, and Future Research on Teacher Induction*, Lanham, MD: Rowman & Littlefield Education, pp. 15-30, 2010.
- [30] E. R. Howe, "Exemplary teacher induction: An international review," *Educational Philosophy and Theory*, vol. 38 no. 3, pp. 287-297, 2006.
- [31] Weiss, E. M. and Weiss, S. G. Beginning teacher induction, *ERIC Digest*, ED436487, 1999.
- [32] J. Mukamurera, S. Martineau, M. Bouthiette, and J.-P. Ndoreroaho, "Les programmes d'insertion professionnelle des enseignants dans les commissions scolaires du Québec: portrait et appréciation des acteurs," *Éducation et formation*, 2013.
- [33] S. Coulombe, A. Zourhlal, and S. Allaire, "Des obstacles à l'insertion professionnelle des nouveaux enseignants en formation professionnelle," *Formation et Profession*, pp. 25-28, 2010.

Effets de la complémentation avec des blocs multi-nutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia* L., une plante invasive, sur les performances zootechnico-économiques des antenais de race Balami à Déréki/Dosso (Niger)

[Effects of supplementation with concentrate multi-nutritional blocks containing *Sida cordifolia* L., an invasive plant, on zootechnical performances and economics results of young Balami sheep in Dereki/Dosso (Niger)]

I. Soumana^{1,2}, S. B. Ayssiwede³, S. Issa¹, Guero^{3,4}, and A. Missohou³

¹Département de Productions Animales (DPA), Institut National de Recherche Agronomique de Niamey (IRAN), BP: 429, Niamey, Niger

²Faculté des sciences Agronomiques, Université de Diffa, BP : 78 Diffa, Niger

³Laboratoire d'Alimentation et de Nutrition Animales (LANA), Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar, BP: 5077 Dakar-Fann, Sénégal

⁴Direction Générale des Centres de Multiplication de Bétail, Centre Secondaire d'Elevage Ovin de Déréki/Dosso, BP : 55 Dosso, Niger

Copyright © 2016 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 was carried out to evaluate the effects on zootechnical performances and economic results of young Balamis sheep supplemented with concentrate multi-nutritional blocks containing *Sida cordifolia*. It was conducted during the period from December 2014 to March 2015 at Sheep Breeding Centre of Déréki/ Dosso in Niger. It focused on a total of 32 growing Balamis sheep with an initial average live body weight of 28.5 kg distributed in a randomized design in 4 groups of 8 animals each in individual cages of 2m². The 4 groups of sheep corresponded each to four dietary treatments, the multi-nutritional blocks BMSc₀ (control) BMSc₂₀, BMSc₃₀ and BMSc₅₀ containing respectively 0, 20, 30 and 50% of *Sida cordifolia* in substitution of cottonseed cake meal. The wither height was measured at the beginning and end of the trial. While the live body weight of animals was taken weekly, their food intake was measured every day. The carcass weight, the various zootechnical and economic data were recorded and the different parameters were calculated at the end of the trial. The analysis of variance (ANOVA) was used with the SPSS software specified by the Duncan test at 5% error risk level. The results showed that for the 3 months trial, the supplementation of young sheep with multi-nutritional blocks based *S. cordifolia*, has significantly and proportionately reduced live body weight, average daily weight gain, feed intake (particularly multi-nutritional blocks) and carcass weight and dressing in animals fed dietary treatments containing this plant (BMSc₂₀, BMSc₃₀ and BMSc₅₀) compared to controls (BMSc₀). However, it has caused no adverse effect on withers height and feed conversion ratio of animals that have remained similar between dietary treatments. Economically, supplementation with multi-nutritional blocks containing *S. cordifolia* significantly reduced income and feed expenses but had no significant effect on individual profit margins, which on the whole remained similar. Certainly the BMSc₂₀ is economically the most profitable dietary treatment compared to the control and other treatments. It was then concluded that *Sida cordifolia* can be included up to 20% in a concentrate block for sheep supplementation without adversely affecting their health, their growth performance and profitability.

KEYWORDS: Young Balami sheep, *Sida cordifolia* L., growth performance, multi-nutritional block, profitability.

RÉSUMÉ: Ce travail évalue les effets sur les performances zootechniques et économiques de la complémentation des antenais Balamis avec des blocs multi nutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia*. Il a porté sur un total de 32 antenais Balamis d'un poids vif moyen initial de 28,5 kg répartis suivant un dispositif aléatoire en 4 lots de 8 sujets chacun dans des cages individuelles de 2m². Les 4 lots d'animaux correspondent chacun à 4 traitements alimentaires, des blocs multi-nutritionnels BMSc₀ (témoin), BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀ contenant respectivement à 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia* en substitution du tourteau de coton.

Les résultats ont montré sur les 3 mois d'essai, que la complémentation des antenais avec des blocs multi-nutritionnels concentrés à base de *S. cordifolia*, a significativement, voire proportionnellement réduit le poids vif, le gain moyen quotidien, la consommation alimentaire (notamment des blocs concentrés) et les poids et rendement de carcasse chez les sujets des traitements renfermant cette plante (BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀) comparés aux témoins (BMSc₀). Cependant, elle n'a engendré aucun effet néfaste sur la taille au garrot et les indices de consommation alimentaire des animaux qui sont restés similaires entre les différents traitements. Au plan économique, la complémentation avec des blocs contenant du *S. cordifolia* a significativement réduit les recettes et les charges alimentaires, mais n'a eu aucun effet significatif sur les marges bénéficiaires réalisées par sujet, qui dans l'ensemble sont restées semblables. Certes, le BMSc₂₀, est économiquement le plus profitable par rapport au témoin et les autres traitements. Il a été alors conclu que la *Sida cordifolia* peut être incluse jusqu'à 20% dans un bloc concentré destiné à compléter les ovins sans affecter négativement leur santé, leurs performances de croissance et leur rentabilité.

MOTS-CLEFS: Antenais Balamis, *Sida cordifolia* L., performances de croissance, Bloc multi-nutritionnel, rentabilité.

1 INTRODUCTION

Au Niger, comme dans la plupart des pays sahéliens, l'élevage joue d'énormes rôles socioculturel, économique et de sécurité alimentaire pour les populations. Classé comme la deuxième activité socio-économique après l'agriculture, il représente le deuxième produit d'exportation du pays après les ressources minières [1]. Ainsi, le cheptel bétail nigérien toutes espèces confondues, estimé à 39 413 500 têtes dont 27,23% de bovins, 27,24% d'ovins, 36,31% de caprins et 4,31% de camélins, contribue pour 11% au PIB national, 24% au PIB agricole et 25% au budget des ménages [2]. Cependant, plusieurs facteurs limitent encore son essor et son développement au Niger, dont les plus importants sont les maladies, mais surtout les déficits alimentaires quantitatifs et qualitatifs, avec comme corollaire l'insuffisance de la couverture des demandes en produits carné et laitier de la population jadis croissante. L'une des alternatives pour booster la production locale et rendre les produits animaux plus disponibles, reste donc l'amélioration de l'alimentation du bétail. Ainsi plusieurs travaux de recherche portant sur la valorisation en alimentation du bétail de ressources locales ont été réalisés dont l'usage comme suppléments alimentaires des feuilles, fanes ou gousses de légumineuses naturelles ou de culture riches en protéines et en minéraux [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9] et [10], le traitement à l'urée des pailles de culture ou de brousse [11] et [12] et les blocs multi-nutritionnels de complémentation [13], [14], [15], [16], [17] et [18].

Toutefois, force est de constater, que les travaux de recherche consacrés à la valorisation en alimentation du bétail des espèces végétales invasives comme *Sida cordifolia*, sont très rares, voire absents. Selon l'UICN [19], les invasions biologiques par les espèces végétales exotiques restent la seconde cause de l'érosion de la diversité biologique et de l'environnement après la destruction des habitats naturels par l'homme et sont une préoccupation majeure pour les gestionnaires, les chercheurs et les décideurs. Au Niger, la *Sida Cordifolia* L. (plante vivace de la famille des Malvaceae encore appelée mauve indienne ou mauve des sables en français, *Garmani* ou *Banza gaari* en Haoussa, *Kongoria*, *Wèychébiri* ou *Fawako soubo* en Djerma, et *Yargnankoji* ou *Dara gnéri* en Fulfuldé), présente autrefois dans la végétation naturelle avec une faible contribution spécifique [20], a commencé depuis plus de deux décennie à coloniser progressivement les champs abandonnés, les aires de pâturages en voie de dégradation et les couloirs de passage des animaux dans les zones agricoles et agropastorales où elle constituerait aujourd'hui, la plante la plus dominante [21]. D'après le rapport d'activité du Ministère de l'élevage du Niger [22], plus de ¾ de la superficie du Centre Secondaire d'Elevage Ovin de Déréki est colonisé par *Sida cordifolia*, mais qui malheureusement n'est pas appréciée par les animaux à l'état vert, voire très peu à l'état sec; ce qui accentue non seulement le problème de déficit fourrager par la réduction de couverture des herbacées fourragères et mais aussi de productions agricole et animale durables au Niger.

Dans ce contexte, le contrôle de l'invasion de cette plante est plus que nécessaire pour la préservation de la biodiversité [23]. Outre l'application des méthodes de contrôle mécanique (sarclage), chimique (herbicides) et biologique (espèces concurrentes), l'usage de *Sida Cordifolia* dans l'alimentation du bétail pourrait être une méthode alternative pour contrôler

son invasion [21]. Pour une bonne valorisation de cette plante, il s'avère nécessaire d'évaluer les effets induits par son incorporation dans l'alimentation sur la santé et les performances zootechniques des animaux.

L'objectif de ce travail est donc d'étudier les effets de la complémentation de ration avec des blocs multi-nutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia* sur la santé, les performances de croissance et les résultats économiques chez les antenais de race Balami.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

ZONE ET PÉRIODE D'EXPÉRIMENTATION

L'expérimentation a été réalisée au Centre Secondaire d'Elevage Ovin (CSEO) de Déréki, à environ 200 km, au Sud-est de Niamey, en zone sahélienne. Le climat est tropical aride avec des précipitations moyennes annuelles tournant au tour de 400 mm. Le Centre couvre une superficie totale de 750 hectares et exploite comme aliment de base pour ses animaux le pâturage naturel qu'il dispose sur ses parcours. Fonctionnel depuis 1987, il avait initialement travaillé sur les ovins Bali-Bali, avant d'être réorienté en 2013 vers la sélection, la multiplication et la diffusion de moutons de race Blami. Mais, il est à noter que depuis une décennie plus de ¾ de sa superficie a été envahie et colonisée par la plante de *Sida cordifolia*, aggravant ainsi le problème de déficits fourragers au niveau du CSEO. Cette expérimentation a duré 3 mois, pendant la saison sèche, entre décembre 2014 et 2015. Mais la biomasse de *Sida cordifolia* utilisée, a été récoltée en septembre, période correspondant à l'optimum de développement de la plante et pendant laquelle les fleurs de la plante n'ont pas commencé à donner des fruits.

RATIONS EXPÉRIMENTALES ET INGRÉDIENTS UTILISÉS

Au total, quatre (4) différentes rations expérimentales ont été utilisées. Elles ont été toutes proposées à partir de différents ingrédients alimentaires localement disponibles avec comme l'aliment de base, la paille de *Zornia glochidiata* complétement respectivement par des blocs multi-nutritionnels concentrés renfermant respectivement 0 (BMSc₀), 20 (BMSc₂₀), 30 (BMSc₃₀) et 50% (BMSc₅₀) de *Sida cordifolia* en substitution quantitative du tourteau de graines de coton, principale source de protéines du bloc concentré témoin, BMSc₀ (tableau 1). La paille de *Zornia glochidiata* et les gousses de *Piliostigma reticulatum* ont été collectées à Déréki et stockées en quantité suffisante pour la conduite de l'expérimentation. Les sous-produits agro-industriels (son de blé, tourteau de graines de coton), les minéraux (sel de cuisine, calcaire de Malbaza, phosphate naturel de Tahoua) et la farine de manioc qui a surtout servi de liant pour la confection des blocs concentrés, ont été acquis sur le marché local. Quant aux plantes de *Sida cordifolia* ont été elles aussi récoltées au niveau des aires du CSEO de Déréki dont elles ont colonisé, puis séchées (figure 1) et stockées en quantité suffisante pour la fabrication des blocs concentrés multi-nutritionnels.

Tableau 1 : Composition en différents ingrédients alimentaires et coûts des différents blocs multi nutritionnels concentrés utilisés pour la complémentation des antenais Balamis

Ingrédients utilisés	Prix (FCFA/kg)	Traitements alimentaires			
		BMSc ₀ (1)	BMSc ₂₀ (2)	BMSc ₃₀ (3)	BMSc ₅₀ (4)
Paille de <i>Zornia glochidiata</i>	25	0,0	0,0	0,0	0,0
Plante de <i>Sida cordifolia</i>	15	-	20	30	50
Gousses <i>Piliostigma reticulatum</i>	30	-	30	20	-
Tourteau de graine de coton	160	65	15	15	15
Son de blé	140	15	15	15	15
Calcaire de Malbaza	400	6	6	6	6
Phosphate naturel de Tahoua	400	4	4	4	4
Sel de cuisine	200	5	5	5	5
Farine de manioc (liant)	200	5	5	5	5
Total (kg)		100	100	100	100
Coût aliments (FCFA/kg)		185	120	115	110



Figure 1 : Jeune plante (à gauche), récolte (au centre) et séchage (à droite) de *Sida cordifolia* ayant envahi le parcours du CSEO de Déréki.

PRODUCTION DES BLOCS MULTI NUTRITIONNELS CONCENTRÉS POUR COMPLÉMENTATION

La production des différentes quantités de blocs multi-nutritionnels concentrés nécessaires ayant servi à l'essai a été faite au CSEO de Déréki. Elle a nécessité en plus des équipements et moyens matériels (notamment broyeur, moules en bois, pelles, bassines, fûts, arrosoirs), une main d'œuvre importante. Ainsi, les différents blocs multi-nutritionnels (BMSc₀, BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀) composés des ingrédients cités ci-dessus (tableau 1) ont été tous fabriqués suivant plusieurs étapes à savoir :

i)- *le broyage des ingrédients grossiers* (figure 2). Il a été fait à l'aide d'un broyeur mécanique et a concerné les gousses de *Piliostigma reticulatum*, les plantes séchées de *Sida cordifolia*, le tourteau de graines de coton et les minéraux, qui après broyage ont été conditionnés et stockés dans des sacs en polyéthylène ;

ii)- *la pesée, le mélange des différentes ressources alimentaires et l'aspersion d'eau* (figure 2). Cette étape a consisté à peser exactement comme rapporté dans le tableau 1, les quantités des différents ingrédients nécessaires entrant dans les blocs multi-nutritionnels. Ces différents éléments après pesée, ont été alors mélangés à l'aide d'une pelle de façon homogène avant d'être uniformément aspergée par une solution salée d'eau bouillante et de farine de manioc à raison de 12,5 à 15 litres d'eau pour 10 kg de mélange d'ingrédients alimentaires.



Figure 2: Broyage (à gauche) des ingrédients grossiers et aspersion d'eau bouillante (à droite) du mélange des ingrédients pesés pour la fabrication des blocs multi-nutritionnels concentrés.

iii)- *Moulage/démoulage, séchage et stockage* (figure 3). Après que le mélange d'ingrédients humidifié ait été suffisamment remué de façon homogène à la pelle, il a été procédé à l'aide des moules en bois, à son moulage (remplissage des moules posées sur tapis, du mélange bien pressé et compacté) et démoulage (retrait des moules du mélange compacté). Les blocs multi-nutritionnels concentrés ainsi obtenus sont laissés séchés à l'abri du soleil à l'air libre - mais avec retournement régulier - pendant 3 à 4 jours au bout desquels ils ont été emballés et stockés dans des sacs en polyéthylène.



Figure 3: Remaniement (à gauche), moulage/démoulage du mélange (au centre) et séchage (à droite) des blocs multi-nutritionnels pour la complémentation des antenais Balamis

ANALYSES BROMATOLOGIQUES DES INGRÉDIENTS ET RATIONS UTILISÉS

Elles ont été effectuées au Laboratoire d’Alimentation et de Nutrition Animales (LANA) de l’Institut National de la Recherche Agronomique du Niger et ont concerné la paille de *Zornia glochidiata*, la plante de *Sida cordifolia*, les gousses de *Pliostigma reticulatum*, le tourteau de graines de coton et les quatre blocs multi-nutritionnels concentrés expérimentaux précédents. Elles ont porté sur la détermination des taux de matière sèche, de cendres brutes, de protéines brutes (méthode de Kjeldhal, Nx6.25), de la matière grasse avec extraction sous reflux à l’éther éthylique avec l’appareil de Soxhlet [24] et de la cellulose brute fondée sur la méthode de Wende [25].

ANIMAUX ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L’expérimentation a porté sur un total de 32 antenais de race Balami d’un poids vif moyen initial de 28,5 kg, répartis selon un dispositif aléatoire en quatre (4) lots de 8 sujets chacun correspondant aux 4 traitements alimentaires (BMSc₀, BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀) précédents. Ces animaux ont été conduits et suivis individuellement par traitement alimentaire pendant 3 mois dans une bergerie largement ouverte, à toiture mono-pente en tôle de zinc, aménagée en quatre (4) compartiments de 10 m x 5 m, subdivisés à leur tour en huit (8) cages de 2 m² par antenais. Ces animaux acquis ont été tous initialement déparasités avec de l’Albendazole 300 mg et vaccinés contre la peste des petits ruminants et la pasteurellose. Les cas de diarrhées rencontrés au cours de l’expérimentation ont été traités avec des anti-diarrhéiques et d’antibiotiques. Après une période d’adaptation de deux semaines, les antenais gardés en stabulation en cages individuelles par traitement alimentaire ont été nourris pendant trois mois avec de la paille de *Zornia glochidiata* à volonté et complémentés respectivement avec 500 g de chacun des quatre précédents blocs multi-nutritionnels, BMSc₀ (témoin), BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀ (tableau 2). La distribution des rations expérimentales (paille + blocs concentrés) a été faite deux fois par jour (la moitié à 7 heures du matin et le reste vers 16 heures dans l’après-midi). Les animaux des différents traitements/lots ont eu durant l’essai, un accès *ad libitum* à l’eau potable de boisson et à la pierre à lécher. Les quantités d’aliments (paille et blocs concentrés) distribuées et celles refusées ont été mesurées de façon quotidienne par animal et par traitement alimentaire. La hauteur au garrot des antenais a été mesurée individuellement à l’aide d’un mètre ruban au début et à la fin de l’expérimentation. Afin de pouvoir bien suivre l’évolution pondérale des antenais, ils ont été pesés individuellement de façon hebdomadaire au cours de l’essai à l’aide d’un peson de 50 kg de portée. A la fin de l’expérimentation, 3 moutons ont été tirés au hasard par traitement, pesés et abattus par saignée au niveau de la veine jugulaire. Après habillage, ils ont été éviscérés et leurs poids de carcasses mesurés pour la détermination des rendements d’abattage ou de carcasse.

Tableau 2: Dispositif expérimental de répartition des animaux et de distribution des rations alimentaires pendant l’essai

Traitements alimentaires/lots	Nombre d’antenais	Quantité aliment de base distribué	Quantité de complément ou BMSc distribué
BMSc ₀ (1)	8	Paille de <i>Zornia glochidiata</i> à volonté	+ 500 g BMSc ₀
BMSc ₂₀ (2)	8		+ 500 g BMSc ₂₀
BMSc ₃₀ (3)	8		+ 500 g BMSc ₃₀
BMSc ₅₀ (4)	8		+ 500 g BMSc ₅₀

BMSc : Bloc Multi nutritionnel Concentré renfermant (20, 30 et 50%) ou non (0%) de *Sida cordifolia*

CALCUL DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Les données collectées au cours de l'essai dont la hauteur au garrot, le poids vif et le poids carcasse à l'abattage, la consommation alimentaire et le suivi de l'état sanitaire des antenais, ont permis de déterminer par traitement alimentaire les paramètres zootechniques tels que le gain de hauteur moyenne au garrot (GHMG), le gain moyen quotidien (GMQ), la consommation alimentaire quotidienne moyenne (CAQ), l'indice de consommation alimentaire (IC), le taux de sujets atteints d'affections digestives (TAD) et le rendement de carcasse (RC).

L'évaluation économique de la complémentation des antenais avec les blocs multi-nutritionnels à base de *Sida cordifolia* a été faite sur la base des résultats zootechniques enregistrés. Ainsi, à partir du prix d'acquisition des ressources alimentaires utilisés (tableau 1), du coût d'opportunité de la main d'œuvre pour la fabrication des blocs concentrés, de la consommation alimentaire individuelle et du prix de vente de la carcasse (2150 FCFA/kg PC) à la fin de l'essai, les charges et les marges brutes alimentaires (MBA) ont été déterminées par antenais. Aussi, les marges nettes (MN) réalisées par antenais ou par kg de poids carcasse durant la période de l'essai ont été calculées en prenant en compte les autres dépenses non alimentaires (achat des animaux, frais de suivi et gardiennage, frais vétérinaires) effectuées par sujet et par traitement alimentaire selon les formules ci-après :

GHMG (cm) = [Hauteur moyenne finale au garrot (cm) - Hauteur moyenne initiale au garrot (cm)]

GMQ (g/jour) = [Gain de poids réalisé pendant une période (g) ÷ Durée de la période (jours)]

CAQ/sujet (g) = [Quantité d'aliments distribués/jour - Quantité d'aliments refusés/jour]

IC = [Consommation alimentaire pendant une période (g) ÷ Gain de poids réalisé dans la période (g)]

Taux affections digestives, TAD (%) = [(Nombre sujets affectés du lot ÷ Nombre sujets du lot)*100]

Rendement Carcasse, RC (%) = [(Poids carcasse/sujet ÷ Poids vif du sujet à l'abattage)*100]

Charge Alimentaire/sujet (FCFA) = [Quantité totale d'aliment consommé/sujet * Prix kg d'aliment]

Charge Alimentaire/kg poids carcasse (FCFA) = [Charge Alimentaire/sujet ÷ Poids carcasse (kg)]

Prix de vente/carcasse (FCFA) = [Poids carcasse (kg) * Prix de vente/kg poids carcasse]

Marge Brute Alimentaire/sujet (FCFA) = [Prix de vente/carcasse - Charge Alimentaire/sujet]

MN/sujet ou kg PC (FCFA) = [(MBA/sujet ou kg PC) - (Autres charges/sujet ou kg poids carcasse)]

TRAITEMENT ET ANALYSES STATISTIQUES DES DONNÉES

Les différentes données obtenues ont été saisies et traitées à l'aide du tableur Microsoft Excel et les différents paramètres zootechniques et économiques ont été calculés. Elles ont été ensuite exportées vers le logiciel Statistical Package for the Social Science (SPSS) où elles ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur, complétée par le test de Duncan lorsque l'ANOVA montre une différence significative entre les résultats des différents traitements alimentaires (BMSc₀, BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀) à une limite maximale de risque d'erreur de 5 % (P < 0,05).

3 RÉSULTATS

VALEUR NUTRITIVE DES INGRÉDIENTS ET BLOCS MULTI-NUTRITIONNELS DISTRIBUÉS AUX ANTENAI

La composition chimique de certains ingrédients (*Zornia glochidiata*, *Sida Cordifolia*, *Pliostigma reticulatum*, tourteau de coton) et des différents blocs multi nutritionnels concentrés rapportée dans le tableau 3 montre que la plante de *Sida cordifolia* est plus riche en matières minérales que les autres ingrédients. Alors que le tourteau de coton est nettement plus riche en protéines brutes, les gousses de *Pliostigma reticulatum* par rapport aux autres ressources renferment moins de cellulose brute. Quant aux blocs multi-nutritionnels concentrés, ceux contenant du *Sida cordifolia* (BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀) ont dans leur ensemble une composition chimique globalement similaire, mais sont beaucoup plus pauvres en protéines brutes par rapport au bloc témoin (BMSc₀) qui lui reste moins pourvu en matières minérales ou cendres brutes.

Tableau 3: Composition chimique de la paille de *Zornia glochidiata*, la plante de *Sida cordifolia*, de gousses de *Piliostigma reticulatum*, de tourteau de graines de coton et de blocs multi nutritionnels concentrés (BMSc) contenant respectivement 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*

Composition chimique	<i>Zornia glochidiata</i>	<i>Sida cordifolia</i>	<i>Piliostigma reticulatum</i>	Tourteau coton	Traitements alimentaires			
					BMSc ₀ (1)	BMSc ₂₀ (2)	BMSc ₃₀ (3)	BMSc ₅₀ (4)
Matière sèche (%)	97,0	97,3	97,1	94,3	95,3	95,5	95,4	95,4
Cendres brutes (%MS)	4,01	11,7	5,31	5,07	14,6	17,0	17,4	18,0
Cellulose brute (%MS)	40,5	36,3	16,3	42,5	30,3	29,0	30,9	30,3
Protéines brutes (%MS)	4,10	6,14	8,04	28,5	11,6	7,46	8,46	8,46
Extrait éthéré (%MS)	0,02	0,02	0,05	0,85	0,29	0,02	0,02	0,02

EFFETS DE LA COMPLÉMENTATION DE RATION AVEC DES BLOCS MULTI-NUTRITIONNELS À BASE DE SIDA CORDIFOLIA SUR L'ÉVOLUTION DE LA HAUTEUR AU GARROT ET L'ÉTAT SANITAIRE DES ANTENAI BALAMIS

Les résultats sur l'évolution de la hauteur moyenne au garrot rapportés dans le tableau 4 ont montré que la complémentation de la ration des antenais avec de blocs multi-nutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia* n'a engendré aucun effet négatif ($p > 0,05$) sur le gain de la hauteur moyenne au garrot comparé au témoin. Les animaux des différents traitements alimentaires ont tous évolué en taille de manière similaire et uniforme durant toute la période de l'essai. Quant à l'état de santé des antenais, les résultats de ce même tableau montrent que les sujets du traitement témoin, BMSc₀ sont les moins affectés, 3/8 (37,5%) alors que ceux du BMSc₂₀ sont les plus atteints, 7/8 (87,5%), suivis de ceux de BMSc₃₀, 5/8 (62,5%) et BMSc₅₀, 4/8 (50%). Il s'agit surtout pour ces sujets affectés, de cas de diarrhées constatés et traités au cours de l'essai. Toutefois, aucune différence significative n'a été notée entre ces taux de cas de diarrhées d'un traitement à un autre sur la toute période d'expérimentation.

Tableau 4: Hauteur moyenne au garrot, état sanitaire, poids vif et gain moyen quotidien des antenais Balamis complémentés avec des blocs multi-nutritionnels concentrés (BMSc) contenant respectivement 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*

Paramètres zootechniques		Traitements alimentaires				SEM	Valeur de P
		BMSc ₀ (1)	BMSc ₂₀ (2)	BMSc ₃₀ (3)	BMSc ₅₀ (4)		
Hauteur moyenne au garrot (cm)	Jour 1	68,1	68,8	66,0	68,8	1,25	0,86
	Jour 90	75,8	76,0	71,7	75,4	0,98	0,35
Gain HMG (cm)	J₁-J₉₀	7,63	7,35	5,63	6,63	0,69	0,77
Taux maladies (%)	J₁-J₉₀	37,5	87,5	62,5	50,0	0,09	0,23
Poids vif moyen (kg/sujet)	Jour 1	28,0	28,9	28,1	29,0	1,17	0,99
	1 ^{er} mois	30,9	31,3	30,5	32,0	1,04	0,97
	2 ^e mois	35,2	32,6	31,3	32,1	1,01	0,57
	3 ^e mois	40,6 ^b	36,4 ^{ab}	33,0 ^a	33,4 ^a	1,08	0,04
Gain Moyen Quotidien (g/jour)	1 ^{er} mois	102,7	84,8	84,8	107,1	17,2	0,95
	2 ^e mois	154,0 ^b	49,1 ^a	26,8 ^a	2,23 ^a	13,4	0,00
	3 ^e mois	126,1 ^b	98,1 ^b	29,2 ^a	15,3 ^a	10,3	0,00
	Moyenne	127,9 ^c	78,9 ^b	45,6 ^{ab}	39,5 ^a	8,38	0,00

^{abc}: les valeurs d'une même ligne avec différentes lettres en exposants sont significativement différentes ($p < 0,05$).

EFFETS DE LA COMPLÉMENTATION DE RATION AVEC DES BLOCS MULTI-NUTRITIONNELS CONCENTRÉS À BASE DE SIDA CORDIFOLIA SUR LE POIDS VIF ET LE GAIN MOYEN QUOTIDIEN DES ANTENAI BALAMIS

La courbe de croissance des antenais par traitement alimentaire au cours des 13 semaines d'essai illustrée par la figure 4 montre que les poids vifs de ces moutons ont évolué de manière similaire du début jusqu'à la 6^{ème} semaine d'essai à partir de

laquelle on note une croissance pondérale plus élevée chez les sujets du traitement témoin (BMSc₀), suivie de ceux du BMSc₂₀, puis de ceux de BMSc₃₀ et BMSc₅₀ qui ont eu la plus faible croissance. Aussi, les résultats rapportés dans le tableau 4, montrent que la complémentation des antenais avec des blocs multi-nutritionnels à base de *Sida cordifolia* n'a eu aucun effet néfaste ($p>0,05$) sur le poids vif des animaux pendant les deux premiers mois de l'expérimentation. Toutefois, au 3^{ème} mois de l'essai elle a significativement réduit le poids vif moyen des animaux nourris avec les blocs renfermant la *Sida cordifolia* comparé aux sujets témoins.

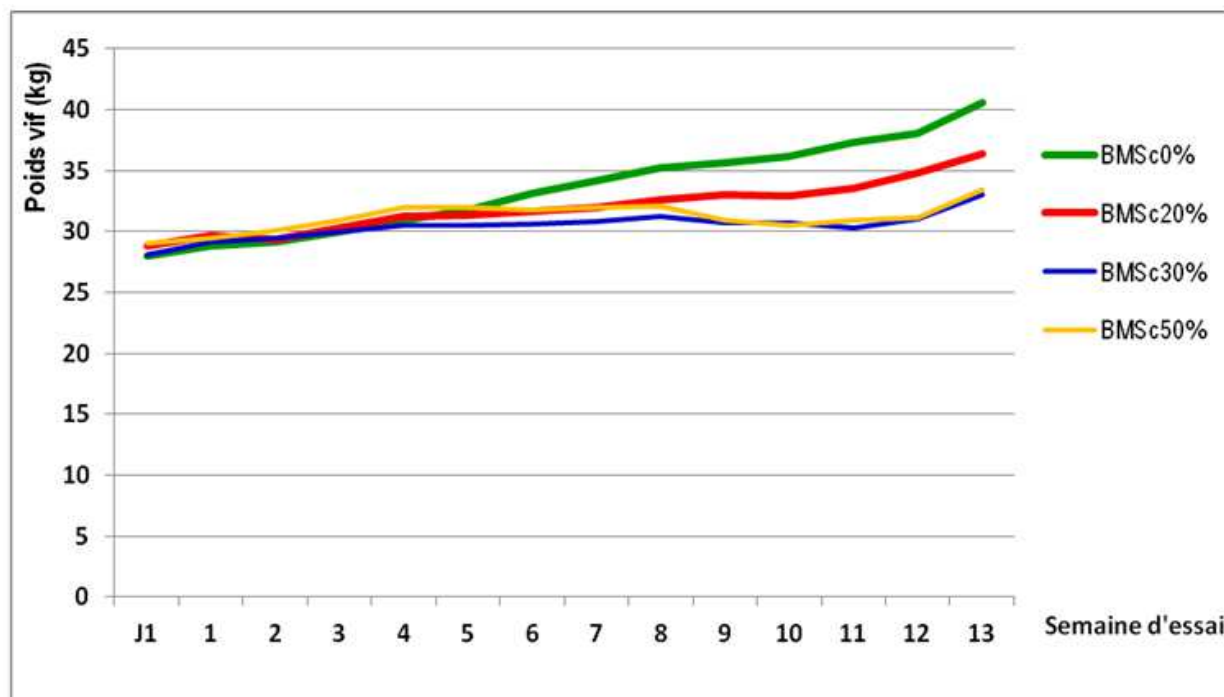


Figure 4: Evolution du poids vif des antenais balamis complémentés pendant 13 semaines avec des blocs multi-nutritionnels concentrés (BMSc) contenant respectivement 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*

Par rapport au gain moyen quotidien (GMQ), les résultats de ce même tableau 4 montrent que la complémentation des antenais Balamis avec des blocs multi nutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia*, excepté le 1^{er} mois, a significativement réduit la vitesse de croissance ou GMQ des animaux aux 2^è, 3^è mois et sur toute la période de l'essai; et ce de façon proportionnelle avec le taux d'inclusion de *Sida cordifolia* comparé au sujets témoins. De manière globale, les GMQ enregistrés durant l'essai ont été de 127,9 ; 78,9 ; 45,6 et 39,5g /jour respectivement pour les sujets des traitements témoin (BMSc₀), et ceux à base de *Sida cordifolia* (BMSc₂₀, BMSc₃₀ et BMSc₅₀).

Par ailleurs, il ressort de la courbe d'évolution de la vitesse de croissance au cours des 13 semaines d'essai (figure 5), que pour l'ensemble des traitements alimentaires, les GMQ ont été évolué en dent de scie avec les valeurs les plus élevées enregistrées chez les sujets du traitement BMSc₀, suivies respectivement de celles des traitements BMSc₂₀, BMSc₃₀, et BMSc₅₀. Ainsi des GMQ négatifs ont été enregistrés chez les sujets des traitements BMSc₂₀ (durant les 2^è et 10^è semaines), BMSc₃₀ (de la 9^è à la 11^è semaine) et BMSc₅₀ (durant les 5^è, 6^è, 9^è et 10^è semaines).

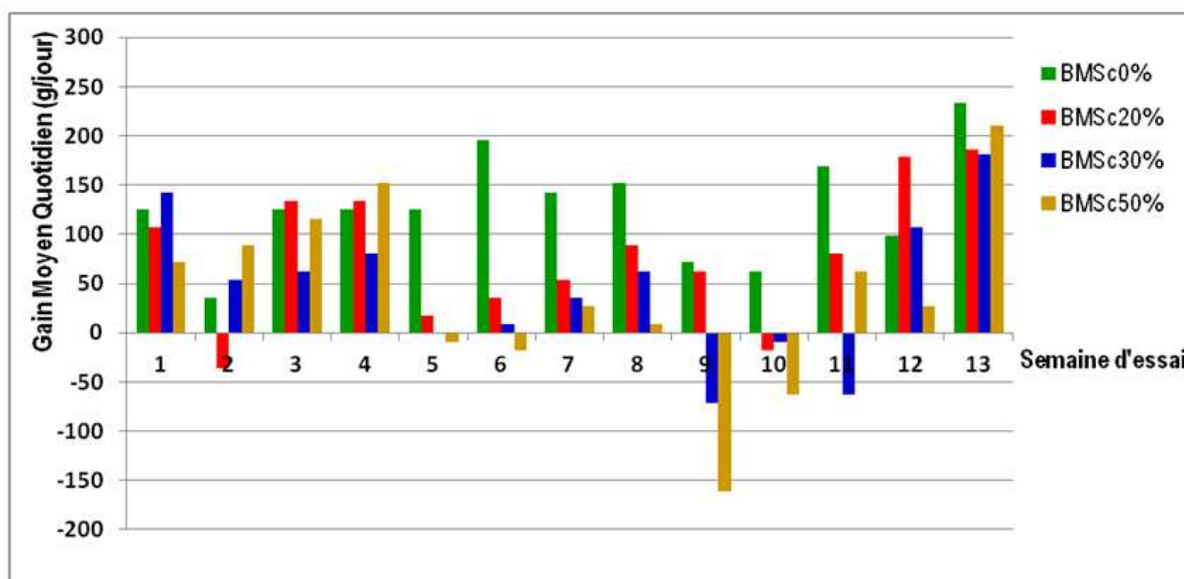


Figure 5 : Evolution du gain moyen quotidien (GMQ) des antenais balamis complémentés pendant 13 semaines avec des blocs multi-nutritionnels concentrés (BMSc) contenant respectivement 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*.

EFFETS DE LA COMPLÉMENTATION DE RATION AVEC DES BLOCS MULTI-NUTRITIONNELS À BASE DE *SIDA CORDIFOLIA* SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION DES ANTENAI BALAMIS

Les résultats rapportés dans le tableau 5 montrent que, pour l'ensemble des différents traitements alimentaires, les consommations alimentaires moyennes de fourrage (paille de *Zornia glochidiata*) ou de blocs concentrés ont augmenté avec la durée de l'essai. Globalement, la complémentation avec des blocs multi-nutritionnels à base de *Sida cordifolia* n'a eu aucun effet significatif sur consommation de paille de *Zornia glochidiata* chez les sujets des différents traitements. Cependant, du début jusqu'à la fin de l'expérimentation, l'inclusion de *Sida cordifolia* a significativement et proportionnellement réduit chez les antenais, la consommation des blocs concentrés les contenant par rapport aux témoins. La consommation moyenne individuelle de blocs concentrés durant les trois mois d'essai, a été significativement plus élevée chez les antenais du traitement BMSc₀ (471 g/jour), suivie du BMSc₂₀ (335 g/sujet/jour) et de celles des sujets de BMSc₃₀ (222 g/jour) et BMSc₅₀ (214 g/jour). En conséquence, la consommation moyenne totale (paille + bloc concentré), a été significativement plus élevée chez les moutons du BMSc₀ (1490 g/jour), suivie de celle des sujets de BMSc₂₀ (1318 g/jour) qui a son tour est significativement plus élevée que celles des sujets de BMSc₃₀ (1222 g/jour) et BMSc₅₀ (1248 g/jour) qui sont restées quasi-similaires. La consommation de pierre à lécher, quant à elle, a été aussi significativement et proportionnellement réduite par l'incorporation de *Sida cordifolia* dans les blocs concentrés. Elle a été plus élevée (2,34 g/jour) chez les sujets du traitement BMSc₀, suivie respectivement de ceux des traitements BMSc₂₀ (1,79 g/jour), BMSc₃₀ (1,31 g/jour) et BMSc₅₀ (0,55 g/jour).

Par ailleurs, le tableau 5 montre aussi que sur toute la période de l'essai, la complémentation des antenais avec des blocs multi-nutritionnels à base de *Sida cordifolia* n'a induit aucun effet néfaste significatif sur l'indice de consommation de ces animaux. Les indices de consommation obtenus respectivement chez les sujets des traitements BMSc₀ (11), BMSc₂₀ (10,9), BMSc₃₀ (9,1) et BMSc₅₀ (8,1) sont donc similaires ($p > 0,05$), traduisant ainsi que les sujets des différents traitements ont une même efficacité de transformation de leur ration alimentaire en viande.

Tableau 5: Consommation alimentaire journalière moyenne et indice de consommation des antenais Balamis complétés avec des blocs multi-nutritionnels concentrés (BMSc) contenant respectivement 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*

Paramètres zootechniques		Traitements alimentaires				SEM	Valeur de P
		BMSc ₀ (1)	BMSc ₂₀ (2)	BMSc ₃₀ (3)	BMSc ₅₀ (4)		
Ingestion moyenne (g/jour/sujet)							
Fourrage	1 ^{er} mois	821	754	802	858	15,5	0,11
BM concentré		444 ^c	291 ^b	144 ^a	175 ^a	21,9	0,00
Ingestion totale		1265 ^b	1044 ^a	946 ^a	1033 ^a	26,6	0,00
Fourrage	2 ^{ème} mois	1053	1015	1021	1077	10,9	0,15
BM concentré		484 ^c	354 ^b	188 ^a	209 ^a	22,3	0,00
Ingestion totale		1537 ^d	1369 ^c	1208 ^a	1286 ^b	24,5	0,00
Fourrage	3 ^{ème} mois	1150	1141	1141	1139	3,63	0,72
BM concentré		483 ^d	354 ^c	311 ^b	250 ^a	16,2	0,00
Ingestion totale		1633 ^c	1495 ^b	1453 ^b	1389 ^a	17,6	0,00
Fourrage	Moyenne (1-3 mois)	1019	983	1000	1034	8,40	0,15
BM concentré		471 ^c	335 ^b	222 ^a	214 ^a	19,1	0,00
Ingestion totale		1490 ^c	1318 ^b	1222 ^a	1248 ^a	20,8	0,00
Pierre à lécher	1-3 mois	2,34 ^c	1,79 ^{bc}	1,31 ^{ab}	0,55 ^a	0,19	0,00
Indice de consommation alimentaire	1 ^{er} mois	6,65	6,70	5,54	7,06	0,71	0,94
	2 ^e mois	13,6	16,0	15,9	15,1	1,22	0,89
	3 ^e mois	12,6	10,1	6,56	4,06	1,35	0,10
	Moyenne	11,0	10,9	9,11	8,07	0,69	0,36

^{abcd} : les valeurs d'une même ligne avec différentes lettres en exposants sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Cependant, il ressort de la courbe d'évolution des indices de consommation alimentaire au cours des 3 mois d'essai (figure 6), que pour l'ensemble des traitements alimentaires, ces indices de conversion ont évolué en dents de scie avec des valeurs négatives aux 9^e et 10^e semaines de l'essai notamment chez les sujets des traitements BMSc₃₀ et BMSc₅₀. Les indices de consommation ont été relativement faibles (1,5-12,5) pendant les 4 premières semaines (1^{er} mois) de l'expérimentation, puis élevés (2-25) durant le 2^e mois avant de connaître une baisse importante au 3^e mois pour tourner entre -9 et 21.

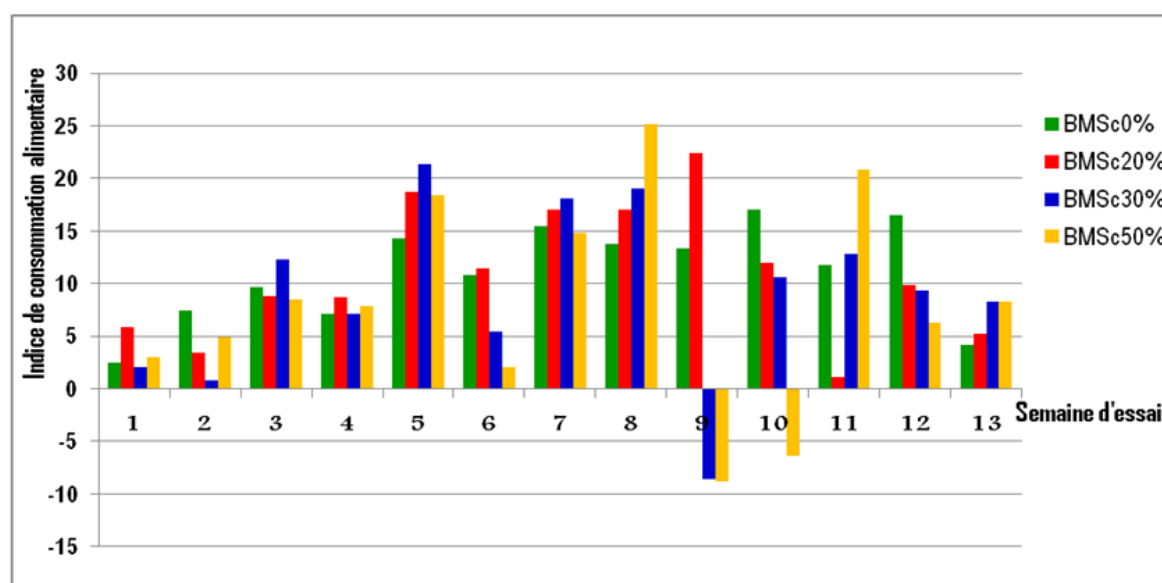


Figure 6: Evolution de l'indice de consommation des antenais Balamis complétés pendant 13 semaines avec des blocs multi-nutritionnels concentrés (BMSc) contenant 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*

EFFETS DE LA COMPLEMENTATION DE RATION AVEC DES BLOCS MULTI-NUTRITIONNELS A BASE DE SIDA CORDIFOLIA SUR LES RENDEMENTS DE CARCASSE ET LES RESULTATS ECONOMIQUES DES ANTENAI BALAMIS

Les résultats rapportés dans le tableau 6 montrent que la complémentation des antenais avec des blocs multi nutritionnels à base de *Sida cordifolia*, a significativement réduit à l'issu de l'essai le poids et le rendement carcasse ($p < 0,05$), notamment chez les sujets des traitements BMSc₃₀ et BMSc₅₀ comparés à ceux de BMSc₀ et BMSc₂₀ où ces paramètres sont similaires et relativement plus élevés.

Au plan économique, il ressort de ce même tableau que la complémentation avec des blocs multi-nutritionnels à base de *Sida cordifolia* chez les antenais Balamis a engendré une baisse significative des recettes et des charges alimentaires. En effet, ces deux paramètres ont été similaires et significativement plus faibles chez les sujets des traitements BMSc₃₀ et BMSc₅₀ que ceux de BMSc₂₀ qui à leur tour ont été significativement plus faibles que ceux des sujets de BMSc₀. Cependant, les autres charges (non alimentaires) ont été similaires pour les traitements à base de *Sida cordifolia* comparées au témoin. Aussi, la complémentation des antenais avec des blocs concentrés à base de *Sida cordifolia*, n'a engendré aucune différence significative entre les marges brutes alimentaires (MBA) et nettes (MN) obtenues par sujet ou par kg de poids carcasse (PC) pour les différents traitements durant toute la période l'essai, même si ces marges bénéficiaires ont été plus élevées avec les sujets de BMSc₂₀ (2940), suivi de BMSc₀ (2473), BMSc₃₀ (1623) et BMSc₅₀ (1212 FCFA).

Tableau 6: Rendements de carcasse et résultats économiques des antenais Balamis complémentés avec des blocs multi-nutritionnels concentrés (BMSc) contenant respectivement 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia*

Paramètres zootechniques et économiques	Traitements alimentaires				SEM	Valeur de p
	BMSc ₀ (1)	BMSc ₂₀ (2)	BMSc ₃₀ (3)	BMSc ₅₀ (4)		
Poids vif final (kg)	40,6 ^b	36,4 ^{ab}	33,0 ^a	33,4 ^a	1,08	0,04
Poids de carcasse (kg)	19,6 ^b	17,5 ^{ab}	15,5 ^a	15,6 ^a	0,54	0,02
Rendement carcasse (%)	48,2 ^b	48,1 ^b	46,9 ^a	46,8 ^a	0,18	0,00
Recettes effectuées/sujet (FCFA)						
Vente animaux	42078 ^b	37617 ^{ab}	33250 ^a	33621 ^a	1167	0,02
Total des recettes	42078 ^b	37617 ^{ab}	33250 ^a	33621 ^a	1167	0,02
Charges alimentaires/sujet (FCFA)						
Dépenses en aliments	15393 ^c	9777 ^b	7414 ^a	7440 ^a	592	0,00
Total charges alimentaires	15393 ^c	9777 ^b	7414 ^a	7440 ^a	592	0,00
Autres charges/sujet (FCFA)						
Achat animaux	19750	20188	19688	20375	815	-
Frais vétérinaires et gardiennage	4463	4713	4525	4587	17	-
Total des autres charges	24213	24901	24213	24962	832	0,99
MB alimentaire/sujet (FCFA)	26685	27840	25836	26181	981	0,91
Marge nette/sujet (FCFA)	2473	2940	1623	1219	480	0,59
Marge nette/ kg PC (FCFA)	121	152	98	72	25	0,73

^{ab}: les valeurs d'une même ligne avec différentes lettres en exposants sont significativement différentes ($p < 0,05$).

4 DISCUSSION

Le taux matière sèche (95%) des blocs multi-nutritionnels utilisés est comparable à celui obtenu par [15], mais reste supérieur au taux rapporté par [26] sur des blocs multi-nutritionnels à base de palmes sèches et de pédicelles de datte. La teneur en protéines brutes (7,5 à 13,6%) de nos blocs expérimentaux est inférieure à celles (15,45% et 35,3%) obtenues par [26], [12] et [27] sur des blocs multi-nutritionnels renfermant respectivement de palmes sèches et pédicelles de datte et de feuilles de *Tithonia diversifolia*. Cette variation de la teneur en matière azotée totale entre les blocs peut être expliquée par le fait que ces derniers auteurs aient incorporé en plus des feuilles de *T. diversifolia*, de l'urée dans leurs blocs expérimentaux.

La baisse significative et proportionnelle de poids vif et GMQ constatée chez les sujets des traitements à base de *Sida cordifolia* par rapport aux témoins, notamment au dernier mois, voire sur toute la période de l'essai, peut être expliquée à la fois par les cas de diarrhée enregistrés, la faible teneur en protéines et le faible niveau d'ingestion des blocs renfermant cette plante durant l'expérimentation. En effet, bien que des cas de diarrhées (affections digestives) engendrant des pertes de poids vif et de baisse de GMQ, aient été notés dans tous les traitements, ces affections sont surtout apparues au cours des 6 premières semaines pour les sujets des traitements BMSc₀ et BMSc₂₀ contre les 6^e et 9^e à la 10^e semaines d'essai pour les antenais de BMSc₃₀ et BMSc₅₀. Par ailleurs, la teneur en protéines brutes significativement plus faibles (7,5-8,5%) des blocs à base de *Sida cordifolia* par rapport au témoin (13,6%) ajoutée aux ingestions alimentaires significativement faibles enregistrées chez les sujets nourris de ces blocs, seraient à l'origine des faibles performances de poids et de GMQ notées ; ces derniers étant directement l'expression de l'ingestion et de la qualité nutritionnelle de la ration distribuée. Cependant, le fait que les moutons du traitement BMSc₂₀ aient eu des poids vif et GMQ significativement supérieurs à ceux de BMSc₃₀ et BMSc₅₀ malgré qu'ils ont pratiquement tous (87,5%) fait la diarrhée, permet de dire que la *S. cordifolia* incorporée dans les blocs concentrés à 30 et 50% aurait causé et accentué de façon beaucoup plus intense ces affections digestives qui auraient aussi aggravé la baisse de l'ingérée alimentaire et de la vitesse de croissance des antenais. Par ailleurs, les résultats d'un essai de l'INRAN rapporté par Amani et Barmo (2010), avaient aussi montré que l'inclusion de plus de 25% de plante séchée de *Sida cordifolia* dans la ration de complémentation avait altéré les performances de croissance des animaux. Les GMQ enregistrés 127,9 ; 78,9 ; 45,6 et 39,5 g/jour respectivement chez les antenais nourris des blocs contenant 0, 20, 30 et 50% de *Sida cordifolia* sont globalement semblables à 47 g/jour obtenus par Benguega [26](2006) chez des moutons complémentés avec des blocs multi nutritionnels à base de palmes sèches et pédicelles de datte, mais inférieurs à ceux (160-186 g/jour) trouvés chez les moutons Awassi en Egypte en incorporant jusqu'à 40% les feuilles d'*Acacia saligna* dans leur ration de complémentation [27], 119-169 g/jour rapportés chez des agneaux en Tunisie [4], 156-160 g/jour rapportés au Burkina chez les ovins en substituant la fane d'arachide et les gousses de *Piliostigma reticulatum* de leur ration par la paille de *Penisetum pedicellatun* et les feuilles de *Kaya senegalensis* [5] et 105-131 g/jour obtenus chez les moutons Peulh-peulh nourris avec une ration à base de fanes d'arachide et de concentré contenant 4-7% de feuilles de baobab [28].

La baisse significative et proportionnelle de la consommation alimentaire, en particulier des blocs concentrés à base de *S. cordifolia* constatée chez les antenais par rapport aux témoins durant l'expérimentation, serait probablement due à la présence de cette plante. En effet, la *Sida cordifolia* en plus de la présence de certains composés chimiques ou antinutritionnels tels que les alcaloïdes, la choline, la saponine, l'acide résineux, les flavonoïdes, les composés phénoliques, etc., a une saveur douce amère, qui auraient réduit l'appétibilité [29], voire la consommation alimentaire chez ces animaux. Ce constat est similaire à celui fait par [12] qui ont aussi noté une baisse significative de la consommation de blocs concentrés chez les ovins Djallonké avec l'inclusion de feuilles de *Tithonia diversifolia*.

Les consommations alimentaires moyennes enregistrées (1222 à 1409 g/jour) sont comparables à celles (1123 à 1186 g/jour) rapportées chez les moutons Awassi nourris de feuilles d'*Acacia*[27], (1032 à 1317 g/jour) trouvées par [30] en substituant le tourteau de graines de coton de la ration par des gousses d'*Acacia raddiana* et de *Piliostigma reticulatum* chez les bœufs du sahel, et (1183 à 1450 g/jour) obtenus chez les ovins du Burkina [5]. Cependant, elles sont nettement supérieures à celles (514 à 534 et 841 à 1011 g/jour) obtenues chez les moutons Djallonké complémentés avec des blocs à base de *Tithonia diversifolia* au Cameroun [12] et [27], (775 à 1095 g/jour) trouvées par chez les bœufs Peulh nourris de blocs multi-nutritionnels en substitution partielle de concentré d'engraissement au Burkina [15] et (824±157 g/jour) enregistrées chez les moutons Peulh-peulh nourris aux feuilles de mil au Niger [31]. Ces différences observées pourraient être expliquées par l'âge des animaux, le type et la nature des rations distribuées. La baisse significative et proportionnelle de la consommation de pierre à lécher constatée chez les sujets nourris aux blocs concentrés à base de *Sida cordifolia* peut être expliquée par le fait que l'incorporation de cette plante dans ait augmenté la teneur en matières minérales de ces blocs concentrés ; les animaux ayant alors ingéré suivant leur besoin la pierre à lécher en fonction de l'apport en matières minérales des blocs avec lesquels ils ont été nourris.

Les indices de conversion négatifs enregistrés aux 9^e et 10^e semaines de l'essai notamment chez les sujets des traitements BMSc₃₀ et BMSc₅₀ sont dus aux valeurs négatives de GMQ obtenues à cette période chez les animaux suite à l'apparition de cas de diarrhées ayant engendré des pertes importantes de poids vif. Mais pour l'ensemble des traitements alimentaires, la complémentation des antenais avec des blocs multi-nutritionnels à base de *Sida cordifolia* n'a induit aucun effet néfaste sur les indices de consommation (8,1 à 11) qui sont restés similaires entre les traitements. Ces indices de conversion sont en accord avec ceux (8,99 à 10,23) enregistrés par [15], mais restent inférieurs à ceux (10 à 15) obtenus par [17] en complémentation des ovins nourris de paille de blé avec des blocs multi-nutritionnels. Cependant, ils sont supérieurs à ceux (6,3 à 7,4) enregistrés chez les moutons Awassi nourris de rations à base de feuilles d'*Acacia saligna* [27], et (7,4 à 9,3) rapportés au Burkina chez les ovins nourris respectivement de fane d'arachide et de gousses de *Piliostigma reticulatum* d'une part et de paille de *Penisetum pedicellatun* et de feuilles de *Kaya senegalensis* d'autre part . Ces différences peuvent être

dues à la variabilité de la capacité d'ingestion et de la vitesse de croissance des animaux en fonction de leur stade physiologique.

La baisse significative des rendements carcasse chez les antenais des traitements BMS_{C₃₀} et BMS_{C₅₀} par rapport aux BMS_{C₀} et BMS_{C₂₀} peut être expliquée par le fait que l'incorporation de *Sida cordifolia* ait significativement réduit les poids vifs et carcasse chez les sujets de ces deux premiers traitements par rapport aux deux derniers où ces paramètres sont restés similaires et plus élevés. Les rendements carcasse enregistrés pour l'ensemble des traitements (46,8 à 48,2%) sont inférieurs à ceux (48,3 à 52,5) obtenus chez les moutons Awassi en Egypte [27], 49 à 53% sont rapportés chez les agneaux Mossi [32], mais restent par contre supérieurs à ceux (38,2 à 41%) obtenus chez les béliers Peulh et les moutons Djallonké en embouche intensive [15]. Ces variations observées seraient probablement imputables à l'âge, à la race de moutons et à leurs conditions d'alimentation et de conduite.

Au plan économique, les traitements témoin (BMS_{C₀}) et BMS_{C₂₀}, malgré qu'ils aient des recettes significativement plus élevées, n'ont pas permis de dégager des marges bénéficiaires brutes alimentaires et nettes significativement différentes de celles des traitements à 30 et 50% de *Sida cordifolia*, même si le traitement BMS_{C₂₀} par rapport au témoin, reste économiquement le plus profitable. Ceci peut être expliqué par le fait que le traitement témoin ait une charge alimentaire significativement plus élevée que celle du traitement BMS_{C₂₀}, alors cette charge était plus faible pour les traitements BMS_{C₃₀} et BMS_{C₅₀}. Ces observations concordent avec celles de [27] qui avait aussi noté une baisse des charges alimentaires avec l'incorporation des feuilles d'*Acacia saligna* dans la ration complémentaire des moutons Awassi en Egypte. Les marges nettes obtenues par sujet dans cette étude (1219 à 2950 FCFA/sujet) sont dans l'ensemble, inférieures à celles trouvées chez les ovins Djallonké de type Mossi (3580-3963 FCFA/sujet) [5] et les béliers Peulh au Burkina (2300 à 2700 et 2849 à 3760 FCFA/sujet) [15].

5 CONCLUSION

Au total, durant les 3 mois d'essai, la complémentation des antenais Balamis avec des blocs multi-nutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia*, a significativement, voire proportionnellement réduit le poids vif, le gain moyen quotidien, la consommation alimentaire (notamment des blocs concentrés) et les poids et rendement de carcasse chez les sujets des traitements renfermant cette plante (BMS_{C₂₀}, BMS_{C₃₀} et BMS_{C₅₀}) comparés aux témoins (BMS_{C₀}). Cependant, elle n'a engendré aucun effet néfaste sur la taille au garrot et les indices de consommation des animaux qui sont restés similaires entre les différents traitements. Sur le plan économique, alors que la complémentation avec des blocs concentrés contenant du *S. cordifolia* a significativement réduit les recettes et les charges alimentaires, elle n'a eu aucun effet significatif sur les marges bénéficiaires réalisées par sujet, qui dans l'ensemble restent semblables. Certes, le traitement BMS_{C₂₀}, est économiquement le plus profitable par rapport au témoin et les autres traitements.

Au vu de ces résultats, on peut conclure que la *Sida cordifolia* peut être inclus jusqu'à 20% dans un bloc concentré destiné à compléter les ovins sans affecter négativement leur santé, leurs performances de croissance et la marge bénéficiaire. Toutefois, des travaux complémentaires restent encore souhaitables pour élucider d'avantage non seulement l'impact du *S. cordifolia* sur les performances de production, mais aussi sur la microflore et ses activités métaboliques dans le réticulo-rumen, activités desquelles dépend la couverture des besoins chez les ruminants.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères et chaleureux remerciements à la Direction Générale des Centres de Multiplication du Bétail (DG/CMB) du Niger pour avoir sollicité ce travail de recherche, et au Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO/WAPP) du Niger pour l'avoir financé, sans oublier tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

REFERENCES

- [1] MEIA-Niger, Stratégie de Développement Durable de l'Elevage au Niger (SDDE): plan d'action 2012- 2035, 78p, 2012.
- [2] E. M. Nouhou, "Effets d'une substitution du tourteau de graines de coton par les gousses de *Piliostigma reticulatum* (De.Candolle) Hochstetter dans l'alimentation, sur les performances de croissance de la chèvre rousse de Maradi". Mémoire Master PADD/IPA, EISMV Dakar, 40p, 2014.

- [3] M. R. M. Moussa, "Effect of feeding Acacia as supplements on the nutrient digestion, growth performance, carcass traits and some blood constituents of Awassi Lambs under the conditions of North Sinai". *Asian J. Anim. Sci.*, 5 (2):pp102-117, 2011.
- [4] A. Mohamed-Brahmi, R. Khaldi & G. Khaldi, "L'élevage ovin extensif en Tunisie: disponibilités alimentaires et innovations pour la valorisation des ressources fourragères locales". ISDA, 28-30 Juin 2010, Montpellier, France. *Cirad-Inra-SupAgro*, 12p, 2010.
- [5] J. D. Yanra, "Gestion des ressources alimentaires pour une optimisation de la productivité des troupeaux dans les zones agropastorales". Mémoire de DEA GIRN, Productions animales/Alimentation et Nutrition. Institut du Développement Rural/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 57p, 2006.
- [6] S. Sanou, "*Piliostigma reticulatum* (D.C) Hoscht : potentialités fourragères et essai d'amélioration de la valeur nutritive des gousses". Mémoire Elevage, Institut du Développement Rural/Université Polytechnique de Bobo-Dioulass, 57p, 2005.
- [7] N. Moujahed, C. Kayouli, A. Thewis, Y. Beckers & S. Rezgui, "Effects of multi-nutrient blocks and polyethylene glycol 4000 supplies on intake and digestion by sheep fed *Acacia cyanophylla*, Lindl. foliage based diets". *Animal feed science and technology*, 88 (3-4):pp219-238, 2000.
- [8] S. J. Zoundi, A. J. Nianogo & L. Sawadogo, "Utilisation de gousses de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Höchst. et de feuilles de *Cajanus cajan* (L.) Millsp en combinaison avec l'urée pour l'engraissement de moutons Djallonké type Mossi au Sud du Burkina". *Tropicultura*, 14 (4): pp150-152, 1996.
- [9] J. S. Zoundi, A. J. Nianogo & L. Sawadogo, "Utilisation optimale de ressources alimentaires localement disponibles pour l'engraissement des ovins au sein des exploitations mixtes agriculture-élevage du plateau central du Burkina Faso". *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Tropicaux.*, 55 (1): pp55-59, 2002.
- [10] D. K. Nyarko-Badohu, C. Kayouli, A. A. Ba, A. Gasmi, "Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie: 1. Traitement aux alcalis (ammoniac/urée), 2. Complémentation par des blocs mélasse-urée". *Livestock Research for Rural Development*. 5 (1), 1993. Article from [<http://www.lrrd.org/lrrd5/1/tunis.htm>]
- [11] N. Rokbani & A. Nefzaoui, "Traitement des pailles à l'ammoniac et à l'urée : Effets du traitement et du hachage sur les performances de croissance des agneaux". *Annales de l'INRAT*. 66(1-2): pp201 -216, 1993.
- [12] B. Fogang Zogang, B. Boukila, C. Sawa, F. Tendonkeng, G. Zougou Tovignon & E. T. Pamo, "Caractéristiques physiques et appétibilité des blocs multinutritionnels à base de *Tithonia diversifolia* associés à la paille de *Brachiaria ruziziensis* chez la brebis Djallonké". *Livestock Research for Rural Development*. 24 (3), 2012. Article from: [<http://www.lrrd.org/lrrd24/3/foga24041.htm>]
- [13] A. Dan Gomma, S. Douma, A. Abdou, "Amélioration de la pratique du fanage par les producteurs du Département de Dakoro". Rapport d'étude ONG Karkara-VSF Belgique, 67p, 2004.
- [14] J. S. Zoundi, L. Sawadogo & A. J. Nianogo, "Effet de la complémentation avec des blocs multi nutritionnels sur la dégradabilité des fourrages pauvres utilisés dans l'alimentation des ovins du plateau central au Burkina". *Agronomie Africaine*. 15 (2) : pp77-92, 2003.
- [15] J. S. Zoundi, L. Sawadogo & A. J. Nianogo, "Utilisation de blocs multi nutritionnels en substitution partielle de concentré pour l'engraissement des ovins au sein des systèmes mixtes agriculture-élevage du plateau central du Burkina Faso". *J. Sci.* 5 (1) : pp17-22, 2005.
- [16] N. Moujahed, C. Kayouli & A. Raach-Moujahed, "La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants : Principes de base et aspects pratiques". *Livestock Research for Rural Development*. 15 (3), 2003. Article from [<http://www.lrrd.org/lrrd15/3/mouj153.htm>]
- [17] M. Houmani et J. L. Tisserand, "Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multi-nutritionnels : effets sur la digestibilité de la paille et intérêt pour des brebis taries et des agneaux en croissance". *Annales de zootechnie*, 48 (3) : pp199-209, 1999.
- [18] A. Chermiti, "Utilisation des figues de Barbarie en remplacement de la mélasse dans les blocs nutritionnels. Effets sur l'ingestion volontaire". *Annales de Zootechnie*, 47 (3): pp179-184, 1998.
- [19] World Conservation Union (IUCN), "Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by Alien Invasive Species". 51st Meeting of the IUCN Council prepared by Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group, Gland Switzerland, 2000.
- [20] I. Chaibou, "*Sida cordifolia* L. dans l'espace agraire de quelques terroirs villageois du Sud-ouest nigérien". Mémoire de D.E.S.S., CRESA, Université Abdoumoumouni de Niamey, Niger, 51p, 2000.
- [21] A. Amani & S. Barmo "Contribution à l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger : Secrétariat Exécutif Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable, CNEDD/PNUD-Niger", 40p, 2010.
- [22] MEIA-Niger "Rapport annuel d'activités du Centre Secondaire d'Elevage Ovin (CSEO) de Déréki. Ministère de l'Elevage et des Industries Animales", CSEO-Déréki, 23p, 2013.

- [23] RECA, "Lutte biologique: la *Sida cordifolia* a un ennemi sur les plateaux de l'Ouest, Région de Tillabéri. Réseau National des Chambres d'Agriculture (RECA) du Niger". *Note d'information /Récupération des terres*, N°2, 4p, 2012.
- [24] AFNOR, "Produits agricoles et alimentaires : Dosages de l'azote en vue du calcul de la teneur en protéines brutes, des cendres brutes, des matières grasses brutes et de l'humidité. Normes françaises NF V18-100, 101, 104 et 109". Paris, 15p, 1977.
- [25] AFNOR, "Produits agricoles et alimentaires : Détermination de la cellulose brute, méthode générale. Norme française NF V03-040". Paris, 12p, 1993.
- [26] S. Benguega, "Utilisation des blocs multi nutritionnels en alimentation des ovins et caprins". Mémoire d'Ingénieur de Zootechnie, Université Kashi Mer bah Ouargla, Algérie, 117p, 2006.
- [27] M. R. M. Moussa, "Effect of feeding Acacia as supplements on the nutrient digestion, growth performance, carcass traits and some blood constituents of Awassi Lambs under the conditions of North Sinai". *Asian J. Anim. Sci.*, 5 (2): pp102-117, 2011.
- [28] M. N. M. Abakar, "Effets de l'incorporation de feuilles d'*Adansonia digitata* L. dans la ration, sur les performances de croissance et la physiologie digestive des ovins". Thèse de Médecine Veterinaires, EISMV Dakar, 2010.
- [29] A. Jain, S. Choubey, P. K. Singour, H. Rajak & R. S. Pawar, "*Sida cordifolia* (Linn) – An overview". *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1 (2): pp 23-31, 2011.
- [30] A. Kiema, A. J. Nianogo, T. Ouédraogo & J. Somda, "Valorisation des ressources alimentaires locales dans l'embouche ovine paysanne : performances technico-économiques et options de diffusion". *Cahiers Agricultures*, 17 (1) : pp23-27, 2008.
- [31] A.S. Gado, "Etude de la digestibilité des feuilles de cinq Variétés de mil (*Pennisetum Glaucum* L.) chez le mouton peulh-peulh du Niger". Thèse de Médecine Vétérinaire, EISMV Dakar, 1997.
- [32] A. J. Nianogo, V. Bougouma-Yameogo & R. Cordesse, "Ingestibilité et digestibilité de deux fourrages tropicaux distribués en l'état, traités à l'urée ou complémentés en matières azotées". *Annales de Zootechnie*, 46, pp439-449, 1997.

