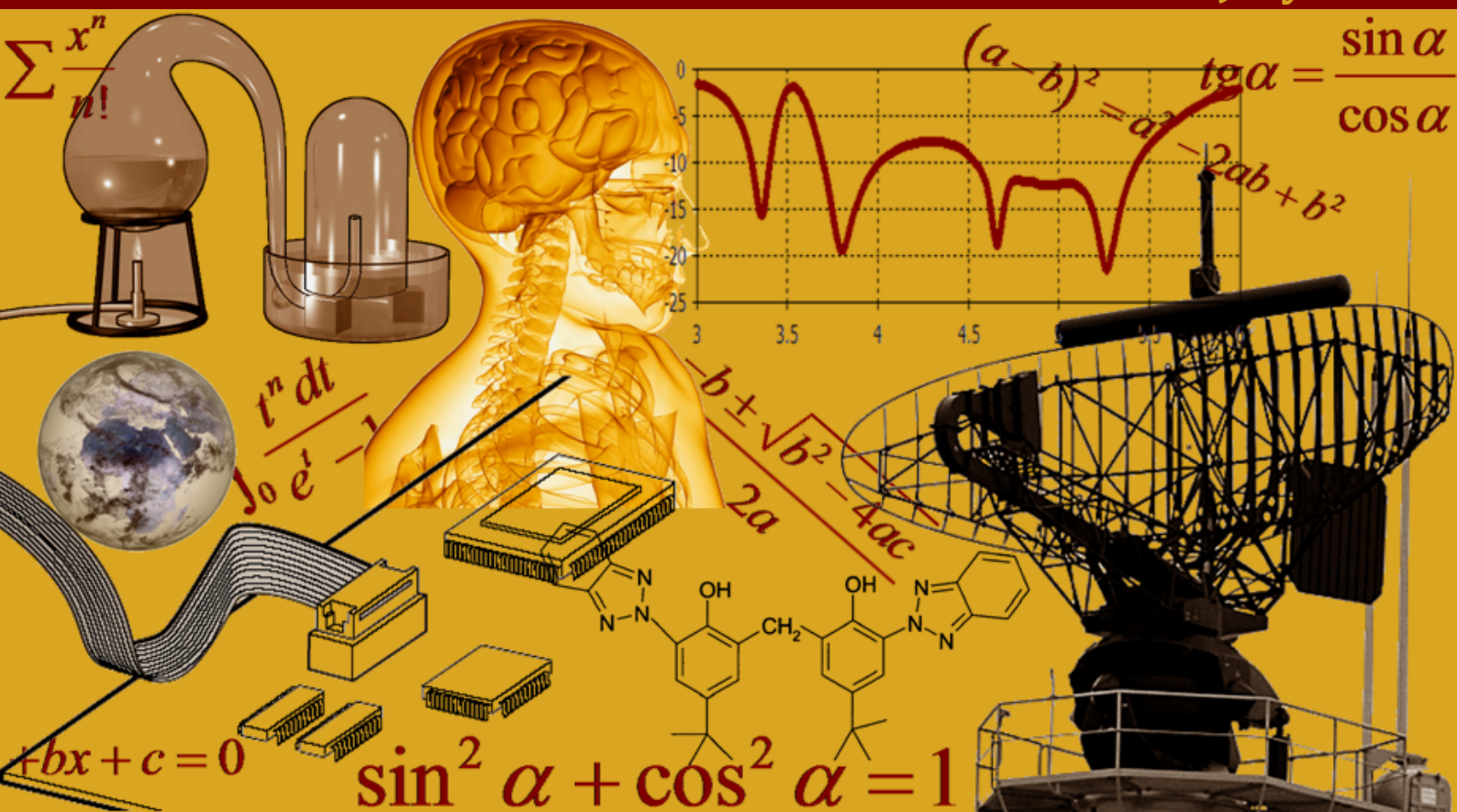


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 73 N. 2 July 2024



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

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

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

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

Editorial Advisory Board

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

Table of Contents

Macrophytes and macroinvertebrates species composition, distribution and diversity in wetlands in Bamenda (North-West Region, Cameroon)	100-107
<i><u>Soh Kengne Ebenezer, Tuekam Kayo Raoul Polycarpe, Ndjouondo Gildas Parfait, Fotso, and M. Tita</u></i>	
Disponibilité, accessibilité et consommation des fruits et légumes dans les ménages de la Zone de santé rurale de Miti-Murhesa, Sud-Kivu, Est RD Congo	108-118
<i><u>Galibwa Kulimushi Alexis, Ciribagula Nkulwe Rodrigue, Nsimire Muhigirwa, Musema Buhendwa Maxime, Ndatabayi Cirimwami, Jean Louis BAHIZIRE KAYEYE, and Kaleme Kiswele Prince</u></i>	
CHARACTERIZATION OF WASTE (PALM KERNEL SHELL AND MAIZE COB) FOR FUEL ENERGY GENERATION	119-126
<i><u>Olarewaju T. Oginni, Joseph Friday Kayode, Mayowa A. Ogidi, and Oluwasina L. Rominiy</u></i>	
Intégration des objectifs psychomoteurs dans l'enseignement des sciences de la vie de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu	127-135
<i><u>Muhunga Matumwabiri Roger</u></i>	
Théorie de la subsistance de l'entreprise	136-141
<i><u>Ketha Unencan Jonas</u></i>	
Safety risks and environmental implications associated with Lauzoua manganese mining activities (South-west of Côte d'Ivoire)	142-153
<i><u>Kouassi Kouamé Alfred, Konan Roger Assie, Marcelle Lydie Thieblesson, and Yao Kouadio Cyrille</u></i>	
K-mean Clustering Scheduling Algorithm for Cloud Computing Containers	154-163
<i><u>Amany AbdElSamea Saeed</u></i>	
Evaluation of the Availability of Exchangeable Soil Bases Under Cotton in the Ouangolodougou Production Basin (North of Côte d'Ivoire)	164-172
<i><u>Kouassi Koffi Djinkin Samuel, Zoro Bi Gohi Ferdinand, Kouadio Koffi Hypolith, Hamouda Achi, Sidiky BAKAYOKO, and Soro Dognimiton</u></i>	
Etude de la diversité phénotypique des courges (Cucurbita sp) vendues à Kisangani, Province de la Tshopo (RD Congo)	173-180
<i><u>Jules Lokonga Okenge and Kodjemuka Ngandepole Julien</u></i>	
L'exploitation du bois énergie à Bamanya: Comprendre les impacts socio-environnementaux et l'apport de NTIC dans la lutte contre la déforestation	181-188
<i><u>Bopingi Aumakale Alain, M. Epanga, and Makinisi Yenamawu Elcanah</u></i>	

Macrophytes and macroinvertebrates species composition, distribution and diversity in wetlands in Bamenda (North-West Region, Cameroon)

Soh Kengne Ebenezer¹, Tuekam Kayo Raoul Polycarpe², Ndjouondo Gildas Parfait¹, Fotso¹, and M. Tita¹

¹Department of Biology, Higher Teacher Training College, The University of Bamenda, PO.BOX 39 Bambili, Cameroon

²Department of Zoology, Faculty of Sciences, The University of Bamenda, PO. BOX 39 Bambili, Cameroon

Copyright © 2024 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: Knowledge of macrophytes and macroinvertebrates composition in a changing environment is essential for wetland monitoring. This paper assesses the biodiversity in two wetlands of different trophic levels in the Bamenda town at three different stations. Macrophytes and macroinvertebrates diversities were assessed respectively through Braun-Blanquet and multi-habitat approaches. The water physico-chemistry of these wetlands was also determined following standard protocols for water analysis. Based on the water quality, the principal correspondence analysis showed that station 3 stands out from the others with high organic and mineral parameters. A total of 19 families of macrophytes belonging to 35 genera and 42 species were identified. The Shannon –weaver’s Diversity index varies from 2.48 (station 2) to 1.90 (station 3) indicating a reduction of the plant diversity with the increase of human pollution. The dominant and common species identified in the study sites are: *Alternanthera sessilis*, *Commelina benghalensis*, *Echinochloa pyramidalis* and *Pennisetum purpureum*. These species tolerate the organic pollution, and could be used in the context of bio-purification of wastewater. Concerning macroinvertebrates, they belong to 1 phylum, 4 classes, 9 orders, 35 families and 55 genera. The most abundant class was the insects with 97% of the total fauna followed by the class Annelids which represented 3%. The abundant family was Gerridae represented by 7 genera. A negative correlation was found between water pollution and biodiversity meanwhile a positive correlation was found between macrophytes presence and macroinvertebrate diversity.

KEYWORDS: Bamenda, Macrophytes, macro-invertebrates, pollution, Wetlands.

1 INTRODUCTION

A wetland is a transition area between an aquatic and a terrestrial system where the water table is at or near the surface for part of the year. It is an ecosystem with great ecological value, with a rich biocenosis that consists of complex community structures with high biological value. It encompasses a range of habitats amongst which streams, rivers, marshes, etc. Unfortunately, their special typology makes them fragile and vulnerable to environmental changes, especially those related to anthropogenic perturbations which often imply the irreversible degradation of their biota [1]. Consequently, the biodiversity of most wetlands is reduced and their biogeochemical cycles altered.

Macrophytes and macroinvertebrates play an important role in the functioning of wetlands ecosystems. They are important to produce oxygen, control the water quality by buffering nutrient influx, stabilizing sediment and sheltering growth of aquatic organisms [2]. They are important indicators of environmental conditions and long-term ecological changes as they are sensitive to physical and chemical changes in the ecosystem [3]. On the other hand, invasive macrophyte species have a negative aspect as they affect the function, structure, and composition of aquatic ecosystems [4]. Different groups of macroinvertebrates are excellent indicators of human activities, especially pollution. Most of them have quite narrow ecological requirements and are particularly useful as bio-indicators in determining the characteristics of aquatic environments ([5], [6]), as well as identifying segments of polluted rivers which undergo the process of self-purification [7]. The function of macrophytes and macroinvertebrates in wetlands ecosystems is related to their species composition, distribution, abundance, and diversity

which in turn depend on various environmental factors such as light, water temperature, substrate composition, disturbance and quality of the wetlands water ([8], [9]). Assessing the taxonomic composition and abundance of macrophytes and macroinvertebrates in wetlands is therefore important in the determination of the ecological status of wetlands ecosystem. However, few studies on wetlands in Cameroon have focused on macrophyte and macroinvertebrate abundance and diversity mainly because of the accessibility to these habitats and the technical constraints of their study ([10]; [11]; [12]). Furthermore, the macrophyte – macroinvertebrate – water physico-chemistry correlation is less documented. This work therefore is a contribution towards the knowledge on the distribution of macrophytes and macroinvertebrates species in two small streams wetlands in the Bamenda town (North-West Region).

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 STUDY AREA

Bamenda (5°56' - 6°00' N and 10°08' - 10°12' E) is the head quarter of the Mezam Division in the North-West Region of Cameroon. It covers a total surface area of 391 km². Its relief consists of interspersed plateaus with deep valleys. Its vegetation consists of an altered Guinean Savannah type with a high anthropogenic influence. There are two topographic units separated by a high, scarp-oriented NE-SW. Above the cliff, stands the upper plateau which is mainly Bamenda I and represents 10% of the total area of the city. Altitudes vary between 1472 m and 1573 m. The climate is of the tropical highland humid type characterized by two seasons: the rainy season is generally longer and lasts for 8 months (mid-March to mid- October) and the short dry season lasts for 4 months (mid-October to mid –March) [13]. The average annual temperature is 19.93 °C. The town has a rich hydrographical network with intense human activities and high population along the different watercourses in the watershed.

This work was carried out on two streams in the Bamenda central town and the sampling done in three stations: two stations on the stream Achichem (upstream and downstream) at Up-Station and one station on the river Menteh at Mile 3 Nkwen (Figure 1).

STATION 1

Station 1 wetland is a slow running water course taking its source from the mountain rock of Up station. the stream at some few meters away from its source is bordered by houses on its left side and crop farms at its right. It is receiving liquid waste from the residential house and agricultural intrants after rain fall runoff. This site is in Bamenda I at the coordinates 05°55'05" N and 010°12'14.6" E.

STATION 2

It is located 05°56'46.7"N and 010°58'22.2"E and is characterized by a small open water area with a low velocity; a variety of surrounding plants at the bank of the stream next to people houses and vague fields at the surrounds. The wetland receives wastes from direct dumping of refuse from houses and restaurants around it, as well as domestic waters by the neighboring population.

STATION 3

Mile 3 wetland is located along the Bamenda–Bambui highway at the coordinates 05°59'00" N and 10°30'4" E. It is bordered by the largest carwash facility in Bamenda3 municipality which impacts directly its water physico-chemical quality. It is also characterized by a fast-flowing stream, human settlement and agricultural lands influence.

3 METHODOLOGY

MEASUREMENTS OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS

Physico-chemical parameters were measured in-situ and in the laboratory following standard protocols as described by [14]. Water sampling was done in points where macrophytes and macroinvertebrates inventory were carried out.

IN SITU MEASUREMENTS

The temperature (°C) of the wetlands, pH, salinity (ppm), electrical conductivity (μS/cm), Total Dissolved Solids (TDS in mg/L) and dissolved oxygen were measured in situ, using a multiparameter from Waterproof TESTER Humeau.

MEASUREMENTS IN THE LABORATORY

Physico-chemical parameters measured in the laboratory included Suspended solids, turbidity, color, alkalinity, dissolved carbon, oxydability, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ and Mg^{2+} . Water samples were collected without bubbles, at each station and for every sampling point using 250- and 1000-ml polyethylene bottles with double corks. Sample were transported refrigerated to the laboratory for analysis. Carbon dioxide (CO_2), alkalinity and Oxydability were done by the volumetric method. The determination of other parameters was done by the colorimetric method using a DR/3900 spectrophotometer following procedures described by [14].

MACROPHYTE INVENTORY

Floristic inventory in the different streams was done using quadrats methods delimited along line transects as described by Braun-Blanquet. Transects were laid in areas of conspicuous vegetation. Within each transect, quadrats of 1m x 1m were mapped out and wherein macrophytes abundance and cover were estimated. Plants were identified in-situ for those that were known. Unidentified species were collected and identified at the National Herbarium in Yaounde.

SAMPLING OF THE BENTHIC FAUNA

The sampling of macro-invertebrates was done following the multi-habitat approach proposed by [15]. It consisted in carrying out in each station, a total of 20 hauls in various micro-habitats characterized by a ratio between the substrate and speed of flow of the river as well as where macrophytes were abundant. The material used for the collection of this macro-fauna was a benthic sampler net, made from a metal framework with a dimension of 30 cm x 30 cm, mounted on a steel handle of 150 cm long, and provided with a taper thread of 400 μm of mesh and 50 cm of depth. To this effect, the net was deposited inside water and made to touch the bottom of the stream and it was hauled over a distance of 50 cm upstream, in the direction opposite to the water current. The surface sampled for 20 hauls is equal to a distance of about 3 m² for a station which is approximately equal to 100 m in length. Each time, the contents of the net was washed in a square sieve which measures 40 cm on each side and 400 μm mesh. The specimens were collected using a pair of fine pincers and a hand lens, then fixed in a small bottle containing 10 % formalin.

SORTING, IDENTIFICATION AND COUNTING OF THE ORGANISMS COLLECTED

In the laboratory, the contents of the bottles were transferred into a sieve of 400 μm mesh, and then rinsed with water to remove the formalin. The organisms were then collected using fine probes, gathered in limp of Petri dishes on the basis of their morphological nature, counted and preserved in labeled pills containing 95° ethanol. The specimens were identified to the least possible taxonomic level, under a binocular magnifying lens (model Olympus SZ30) under an episcopic lighting system as well as an optical microscope (ZEISS model) and an inverted microscope (model Olympus CK 2 UL WCD). The identification was done using different identification keys ([16] and [17]).

4 DATA ANALYSIS

ANALYSIS OF THE COMMUNITY OF MACROPHYTES

For each species, the abundance-dominance index was determined, which enabled the calculation of its mean recovery (RM) and presence index following the respective formulae:

$$\text{RMI} = (\text{Ri} / \text{Total number of records}) \times 100 \quad (1)$$

where Ri is the recovery of this species in a given environment.

$$\text{Pi} = \text{RMI} / \sum \text{RM} \quad (2)$$

The presence index (Pi) corresponds to the average recovery of species i over the total recovery of individuals.

ANALYSIS OF THE COMMUNITY OF MACRO-INVERTEBRATES

TAXONOMIC RICHNESS, ABUNDANCE AND POPULATION DENSITY OF MACRO-INVERTEBRATES

The surface density (D_i) expressed in ind./m² was calculated according to the formula

$$D_i = \frac{N_i}{S} \quad (3)$$

where N_i represents the number of individuals belonging to species i while S corresponds to the surface area sampled.

SHANNON'S DIVERSITY INDEX

The diversity or specific richness of the environment was determined using Shannon-Weaver's index (H').

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i)$$

Where H' = diversity or specific richness;

p_i = proportion of each species or taxon within a given population;

S = total number of species or of taxa;

H' is expressed in units of information per individual or bits per individual (bits/ind.) and its values lie between 0 and $\log_2 S$.

Species similarity between stations was determined using Sørensen similarity coefficient (S_s).

$$S_s = \frac{2a}{2a+b+c} \quad (5)$$

Where S_s = Sorenson similarity coefficient;

a = number of species common to all sites/category;

b = number of species unique to first site/category;

c = number of species unique to second site/category.

The relationship between macrophytes, macroinvertebrates species abundance and physicochemical variables was evaluated by the Pearson correlation test performed using the software XLSTAT 2016.

5 RESULTS

PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF THE STUDY SITES

The various water physicochemical parameters as obtained in the three stations are presented in table 1. Concerning the physical parameters (temperature, suspended solids, turbidity and color), it appears that station 3 (mile 3 Nkwen river) had the highest values with an average temperature of $23^\circ\text{C} \pm 0.2$, and Station 1 the lowest. For suspended solids, the lowest concentration (30.5 mg/L) was recorded at station 3 and the highest (65.5 mg/L) was obtained at station 1. Low values of turbidity and color were recorded at station 1 and the highest at station 3.

As for chemical pollution, station 1 was the most alkaline with an average pH of 8.43 ± 0.31 as compared to station 1 (7.8 ± 0.13) and station 3 (7.4 ± 0.15). Station 3 was characterized by hard water (15.42 ± 0.3 mg/L), alkaline water (16 ± 2 mg/L), average oxygenation (30 ± 0.9 mg/L) average electrical conductivity (125.5 ± 0.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$), TDS (89.2 ± 0.25 mg/L) and salinity (56.9 ± 0.25 ppm). However, it has high average concentrations of Na^+ (8.63 ± 0.21 mg/L) and K^+ (13.3 ± 0.36 mg/L) ions. The minimum concentrations of electrical conductivity, salinity, calcium hardness, dissolved oxygen, Na^+ and K^+ ions were obtained at station 1 and the maximum concentrations at station 3. As for alkalinity, the minimum concentration was recorded at station 2 and the maximum at station 3.

Concerning organic pollution, station 2 was the most enriched in oxidizable organic matter (4.3 ± 0.26 mg/L) and ammoniacal nitrogen (1.1 ± 0.2 mg/L). Station 3 was the most enriched in nitrate and orthophosphate with average concentrations of 6.78 ± 0.35 mg/L and 3.05 ± 0.05 mg/L respectively. The minimum concentrations of nitrates and orthophosphates were recorded at station 2 and the maximum at station 3. As for ammonia nitrogen, the lowest concentrations were recorded at station 1 and the highest at station 3.

SPECIES COMPOSITION, ABUNDANCE AND DISTRIBUTION

BENTHIC MACROINVERTEBRATES

In terms of biological analysis, the different benthic macroinvertebrates collected during this study are presented in Table 2. A total of 1191 individuals of benthic macroinvertebrates were collected. These organisms belong to 1 phylum, 4 classes, 9 orders, 35 families and more than 55 genera. The most abundant class was that of insects with 97% of the total fauna followed by the class Annelids which represented 3% (Figure 3a). The order Odonata was the most abundant with 43% followed by Hemiptera (22%) and Ephemeroptera (19%) (Figure 3b). The most abundant family was Gerridae represented by 7 genera (*Pleobates*, *Limnopus*, *Limnogonus*, *Ventidius*, *Aquarius*, *Metrocoris*, *Rheumatogonus* and *Trepobates*). It was followed by the family *Hydrophilidae*, *Dytiscidae* and *Libellulidae*, each represented by 3 genera.

FLORISTIC RICHNESS

A total of 42 species of macrophytes were recorded. The distribution of these species per study site was 37% each for sites 1 and 2, and 26% for site 3 (Figure 3a). These species were divided into 19 families and 35 genera. The most abundant family during this survey was the Asteraceae family with 8 species followed by the Fabaceae family with 6 species (Figure 3b). The most current species collected in all sites were *Amaranthus spinosus*, *Commelina benghalensis* and *Laportea cordifolia* (Table 2). In terms of number of species, site 2 was the most diverse with 22 species of macrophytes, followed by site 3 with 17 species. Overall, the Shannon and Weaver diversity index of macrophytes was variable and low in the study sites. It was 2.48 bit/ind for site 2, 1.90 bit/ind for site 1 and 2 bit/ind for site 3. Sorensen's similarity index was 0.24 for sites 1 and 2; 0.21 for sites 1 and 3 and 0.17 for sites 2 and 3.

RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS, MACROINVERTEBRATE AND MACROPHYTE DIVERSITIES

Significant positive and negative correlations were obtained between physicochemical parameters, benthic macroinvertebrates and macrophytes (Table 4).

Temperature was positively correlated with macroinvertebrates of the genus *Gyrinus*, and negatively with those of the genus *Caropteryx*, *Rheumatogonus* and *Chironomus*. With macrophytes it was negatively correlated with the species *Commelina benghalensis* ($p < 0.01$) and the species *Ludwigia abyssinica* ($p < 0.05$).

Suspended solids were positively correlated to members of the genus *Laccophilus* and *Chironomus* and the macrophyte species *Dalbergia hostilis* ($p < 0.01$).

Turbidity was positively correlated with macroinvertebrates of the genus *Gyrinus* and *Brachycerus* and negatively with the genus *Rheumatogonus* ($p < 0.01$). With macrophytes it was negatively and positively correlated with the species *Pennisetum purpureum* and *Sida alba* ($p < 0.05$) respectively.

Color was positively correlated with macroinvertebrates belonging to the genera *Gyrinus* and *Chironomus* and negatively with the macrophyte species *Centella asiatica* ($p < 0.05$).

The pH was negatively correlated with the *Pantala* genus (macroinvertebrate) and positively with the macrophytes *Ageratum conyzoides* and *Pennisetum purpureum* ($p < 0.05$).

Electrical conductivity was negatively correlated with organisms of the family Potamolidae, the genera *Laccophilus* and *Rheumatogonus* and then positively with organisms belonging to the genus *Acentrella*. It was negatively correlated with the macrophyte species *Crotalaria* sp ($p < 0.01$).

Suspended solids were positively correlated with the genus *Georissue* belonging to MIB ($p < 0.01$), and with the species *Portulaca oleracea* belonging to macrophytes ($p < 0.05$).

A significant and positive correlation was obtained between dissolved CO₂ and macroinvertebrates of the genus *Belostoma* and the macrophyte species *Alchornea cordiflora* and *Crotalaria* sp. ($p < 0.01$).

Positive and significant correlations were obtained between K⁺ ions and the macrophyte species *Ageratum conyzoides*, *Ludwigia abyssinica* and *Portulaca oleracea*.

Nitrate ions were significantly correlated with the macroinvertebrate *Laccophilus* and positively with the genera *Pantala* and *Hetaerina* ($p < 0.01$). With macrophytes they were correlated with the species *Commelina benghalensis* and *Emilia coccinea* ($p < 0.05$).

Orthophosphates correlated positively with the genera *Pantala*, *Hetaerina*, *Rhagovelia* and *Brachycerus* and with the macrophyte species *Centella asiatica* and *Sida alba* ($p < 0.05$).

Ammonia nitrogen was negatively and positively correlated with macroinvertebrates of the genus *Georissue*, *Rheumatogonus*, *Notonecta* and *Brachycerus* ($p < 0.01$) and with the macrophytes *Dalbergia hostilis* and *Leucaena leucocephala* ($p < 0.05$).

6 DISCUSSION

WATER QUALITY

From comparing the various water physico-chemical parameters, station 1 and Station 2 in up-station were not significantly different, but differed from station 3, except for temperature and pH. Their values failed between values compatible with live (20- 30°C and 6.5 -9 for temperature and pH respectively).

Physical parameters such as electrical conductivity, salinity, total dissolved solids, suspended solids and color are all within the guidelines for natural waters [14]. However, station 3 in general exhibit higher values of these parameters as compared to station 1 and 2 at up-station probably as a result of increase anthropogenic pollution.

Nutrient content (NO_3^- ; PO_4^{3-} ; Na^+ ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; K^+) in stations 1 and 2 are of the same order but lower in value compared to station 3 where organic pollution due to human activities might have contributed to increase them. Such increase of organic and mineral pollution of station 3. Biological parameters (dissolved oxygen, dissolved carbon and oxydability) have values that are higher in stations 1 and 2 compared to site 3. This can be explained by the fact that pollution always reduces the oxygen content in the milieu because of microbial activity and chemical oxygen fixations as station 3 was more polluted than stations 1 and 2.

MACROINVERTEBRATES COMMUNITIES' STRUCTURE

Agricultural activities coupled with high urbanization, through the use of fertilizers, organic manures wastes, often lead to the nutrient enrichment of water and sediment, which affects the macroinvertebrates community [18]. This might have affected the overall diversity in these stations. Regarding macroinvertebrates, 55 taxa were identified in the three stations. These taxa are low compared to the 178 taxa obtained by [19] in the urban and suburban streams of Douala and the 197 taxa gotten by [20] in the urban and sub-urban streams of Yaoundé. This could be justified by the high urbanization and anthropogenic activities in the Bamenda town. This data is supported by several authors in that, the number of benthic macro invertebrate species reduces drastically with increase anthropogenic activities. Furthermore, among the current threats to biodiversity, urbanization is of prime importance and is currently the second largest cause of ecosystem destruction in the world [21].

The differences in diversity observed in the different urban towns could be explained by the fact that, the streams in Yaounde receives essentially organic pollutant while those of Bamenda town, besides receiving the organic pollutants, there also collect larger agricultural waste from the different farms since farming is the main activity of the population. The high abundance of Arthropods that is largely dominated by Insects, confirm their bio plasticity and their ability to colonize a high variety of ecological niches [22].

Generally, we noted a low variation in the taxonomic richness of the station. This taxonomic richness of taxa reduces from less polluted stations (station 1 and 2) to highly polluted ones (station 3) although not substantially (33 taxa in station 1, 34 taxa in station 2 and 32 taxa in station 3). The low taxonomic richness observed in the 3 stations could be linked to the fact that, water originates and flows at the periphery of urban settlements. These stations have heterogeneous microhabitats which accommodate a large number of taxa. The presence of some tolerant groups like the Plecoptera, certain families of Odonata (Ashnidae, Gomphidae), Coleptera (Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hhydrochidae), Hemiptera (Hydrometridae, mesoveliidae, Gerridae) and the rare subfamilies of Chironomidae (Tanypodinae and Orthocladiinae) show that these streams although under anthropogenic pressure are still of good and acceptable physicochemical quality and shows acceptable ecological quality. This concurs with the conclusions of [23] and [24] who observed that some of these groups have an average sensitivity to an increase in organic pollution.

MACROPHYTES COMMUNITIES' STRUCTURE

Specific richness and diversity are multivariate analyses integrating the physiognomy of the vegetation in the environment [25]. The specific richness obtained is 42 species. But, [13] obtained a lower value (28 species) in the Mezam river (Bamenda) with the predominance of some species like *Leersia hexandra*, *Echinochloa pyramidalis* and *Commelina benghalensis* during the dry season. These results are lower than those obtained by [27] along the Kondi river (97 species, grouped in 77 genera and 42 families) and similar to those obtained by [26] (42 species) in the Kambo river. The Asteraceae are the most diversified family. These results are different from those obtained by [27] in the river Kondi (Douala) and [26] in the river Kambo (Douala) who showed that Poaceae family is the most diversified with respectively 14 species, 5 species and 7 species. The most dominant species are *Echinochloa pyramidalis*, *Commelina benghalensis* and *Pennisetum purpureum*. These results are similar to those obtained by Tita *et al.* (2012) who showed that the Mezam river (Bamenda) was dominated by *Leersia hexandra*, *Echinochloa pyramidalis*, *Pennisetum purpureum* and *Coix lacryma-joli*. They also showed that dominant species were ranked in abundance as *Leersia hexandra* > *Commelina benghalensis* > *Echinochloa pyramidalis*.

Shannon-Weaver index obtained in the study sites are below those obtained by Priso *et al.* (2012) in the Kondi river (3.11-3.80), [26] in the Kambo river (1.76-2.96) and [27] in the Kribi river (2.37-6.68). The occurrence of *Commelina benghalensis*, *Alchornea cordifolia*, *Laportea ovalifolia*, *Amaranthus spinosus* may be due to their high tolerance capacity to the polluted area [28]. In effect, such factors generally do not permit the development of vascular plants and may be responsible, at least in part, for lack of in-stream vegetation [13]. The distribution of plants is not randomly in the aquatic ecosystem, but grouped in association whose element substantially have the same ecological requirement [29]. Thus, the absence of certain macrophytes in the study sites would be due to the abiotic condition of their biotope.

7 CONCLUSION

Bamenda streams are of less diversified biodiversity with waters of variable physico-chemistry. The three stations have a number of predominant macrophytes such as are *Echinochloa pyramidalis*, *Commelina benghalensis* and *Pennisetum purpureum* whose adaptations to different water pollution levels suggest their possible use in water vegetated treatment systems.

The average water quality associated to the almost low biodiversity of macrophytes and macroinvertebrates also suggest a monitoring of these stream to prevent their eutrophication

REFERENCES

- [1] Anyinkeng Neculina, Mih Mathias Afui and Tening Aaron Suh (2020). Diversity and abundance of macrophytes of streams under different anthropogenic influences in the Buea municipality, southwestern Cameroon. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 5 (1), 1-15.
- [2] Beasley and Kneale (2003). Investigating the influence of heavy metals on macroinvertebrate assemblages using Partial Canonical Correspondence Analysis (pCCA). *Hydrology and Earth System Sciences*, 7 (2), 221-233.
- [3] Benetti, C.J. & Garrido, J. (2010). The influence of stream habitat and water quality on water beetles assemblages in two rivers in northwest Spain. *Vie et milieu*, 60 (1), 53-63.
- [4] Bo T, Doretto A, Marino A, Laini A, Candiotta A. (2023). Taxonomic and functional responses of macroinvertebrate communities to dam construction in a non-wadeable river. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 424. 18.
- [5] Chatzinikolaou Y. and Lazaridou M (2007). Identification of the self-purification stretches of the Pinios River, Central Greece. *Mediterranean Marine Science*, 8 (2), 19-32.
- [6] De Meester L., Declerck S. Stoks R., Van de Meutter G.L., De Bie T., Michels E. and Brendonck L. 2005. Ponds and pools as model systems in conservation biology, ecology and evolutionary biology. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15: 715–725 (2005).
- [7] Denenodji. (2018). Variability of crisis and development in farmers in the lower valley of the land river Sud west chad. Doctorat thesis, University of Maroua, 446p.
- [8] Dibong, S. D. and Ndjouondo G. P. (2014). Floristic inventory and Ecology of Algae of Kambo and Longmayagui rivers of Douala wetland (Douala). *International Journal of Biological and Chemical Science*, 8 (6): 2560-2577.
- [9] Dudley, T. and Collins B. (1995). Biological Invasions in California Wetlands: the Impacts and Control of Non-Indigenous Species in Natural Areas. Oakland, CA: Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security. 62 p.

- [10] Durand J.R. and Leveque C. (1980). *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahelo-soudanienne*. Tome I. ORSTOM. Paris, 389 p.
- [11] Durand J.R. and Leveque C. (1981). *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahelo-soudanienne*. Tome II. ORSTOM. Paris, 847 p.
- [12] Ellis E.C., Goldewijk K.K., Stefan S., Lightman D. and Ramankutty N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol.
- [13] Foto Menbohan S., Tchakonté S., Ajeagah G., Zebaze Togouet S.H., Bilong Bilong C.F and Njine T. (2013) Water quality assessment using benthic macroinvertebrates in a periurban stream (Cameroon). *International Journal of Biotechnology*, vol. 2, n° 5, p. 91-104.
- [14] Jafari M., Zare Chahouki MA., Tavili A., Azarnivand H., and Amiri G.Z. (2003). Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). *Journal of Arid Environments*, 56 (4): 627-641.
- [15] Kusum G., Sanju B., Xavier I. C., Bouddha, Kathmandu C. and Lazaridou (2022). Water quality assessment using macroinvertebrates as bio-indicator (A case of Sundarjal). *Xavier International College Journal (XICJ)*, 4 (1).
- [16] Mohan, B.S. and Hosetti, B.B. (1999). Aquatic Plants for Toxicity Assessment. *Environmental Research*, 81, 259-274.
- [17] Ndjouondo GP, Mekoulou NJ, Kojom LP, Taffouo VD and Dibong SD. (2020). Microalgal structure and diversity in some canals near garbage dumps of Bobongo basin in the city of Douala, Cameroun. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 10 (2), 48-61.
- [18] Ndjouondo, G. P., Ba'ana Etoundi, M. L., Nwamo, R. D., Fankem, H. and Dibong, S. D. (2016). Impact of anthropogenic activities on the wetlands of the Kambo and Longmayagui rivers (Douala). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 26: 410-420.
- [19] Neba, A. S. (1999). *Morden Geography of republic of Cameroon*. Neba publisher, Bamenda, Cameroon, 54p.
- [20] Nwamo, R. D, Ndjouondo, G. P, Ba' ana Etoundi, M. L., Dibong, D. S. and Tchoumbougnang, F. (2016). Impact of antropic activities within the wetlands in the city of Douala and sustainable Management Solution: case of the river Tongo Bassa. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 29 (1): 10-22.
- [21] Nwamo R. D, Ndjouondo G. P., Ba'ana Etoundi M. L., Dibong D. S, and Tchoumbougnang F. (2017). Impacts of human activities on wetlands of Douala and sustainable management solutions: case of Tongo Bassa river. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 29 (1). pp 10-22.
- [22] Onana F. M., Tamsa A. A., Tchakonte S., Koji E., Nyamsi Tchatcho N. L., Nkouefuth Nfongmo Y. and Zebaze Togouet S. H. (2021). Effects of Industrial Agriculture and Urbanization on Structure and Functional Organization of Macroinvertebrate of Coastal Streams in Cameroon. *Journal of Water Resource and Protection*, 13, 154-171.
- [23] Panzeca, P.; Troia, A.; Madonia, P. (2021). Aquatic Macrophytes Occurrence in Mediterranean Farm Ponds: Preliminary Investigations in North-Western Sicily (Italy). *Plants*, 10, 1292.
- [24] Peeter N., Wouter van de B., Ana C.C., Angelo G. Solimini and Anna-Stiina H. (2009). Assessment of the ecological status of European surface waters: a work in progress. *Hydrobiologia*, 633: 197–211.
- [25] Priso, R. J., Dibong, S. D., Metagne, T. C., Tafifouo, V. D., Din, N. and Amougou, A. (2012). Impact of polluted water within the growing, the contents in chlorophyll and organic substances in the leaves of 02 Poaceae. *International of Biology Chemistry Sciences*, 4 (4): 1122-1129.
- [26] Rodier, J., Legube, B., Merlet, N. and Coll. (2009). *Water analysis, Natural water, Sea water*. Dunod, Paris, 8e édit. 1383 p.
- [27] Schriever A. C, Ball M. H., Holmes C., Maund S. and Liess M. (2009). Agricultural intensity and landscape structure: Influences on the macroinvertebrate assemblages of small streams in northern Germany. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26 (2), 346-357pp.
- [28] Stark J.D., Boothroyd, I.K.G., Harding, J.S., Macted, J.R. and Scarsbrook, M.R. (2001). Protocols for sampling macroinvertebrates in wadeable streams. New Zealand Macroinvertebrate Working Group Report No. 1. Prepared for the Ministry for the Environment. Sustainable Management Fund Project No. 5103. 57p.
- [29] Tachet H., Richoux P., Bournaud M. and Usseglio-Polatera P. (2010). *Invertébré d'eau douce: Systématique, Biologie, Ecologie*, CNRS, Paris, 588 p.
- [30] Tita M.A., Kuitcha D., Magha A., Ndjama J. and Kabeyene Kamgang. B. V. (2012). Occurrence of macrophytes in the Mezam river system in Bamenda (Cameroon) and their role in nutrient retention. *Syllabus Review, Science Series*, 3: 1-10.
- [31] Troia, A. (2023). Macrophytes in Inland Waters: From Knowledge to Management. *Plants*, 12, 582.
- [32] Wetzel R. G. (2001). *Limnology, Lake and River Ecosystems*. Third Edition. Academic press, 2001.

Disponibilité, accessibilité et consommation des fruits et légumes dans les ménages de la Zone de santé rurale de Miti-Murhesa, Sud-Kivu, Est RD Congo

[Availability, accessibility and consumption of fruits and vegetables in households in the Miti-Murhesa rural health zone, South Kivu, Eastern DRC]

Galibwa Kulimushi Alexis¹, Ciribagula Nkulwe Rodrigue¹, Nsimire Muhigirwa¹, Musema Buhendwa Maxime², Ndatabaya Cirimwami¹, Bahizire Kayeye Jean Louis¹, and Kaleme Kiswele Prince¹⁻³

¹Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro (CRSN-Lwiro), Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

²Institut Supérieur des Techniques de Développement de Mulungu (ISTD-Mulungu), Bukavu, Sud-Kivu RD Congo

³Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu (ISTM-Bukavu), Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2024 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 study on the availability, accessibility and consumption of fruits and vegetables was carried out in the Miti-Murhesa health zone, with the aim of contributing to knowledge on safety and eating habits based on fruits and vegetables in households. To do this, a households inquiry was carried out. A sample of 384 households was formed and divided into axes while retaining all the Health areas in the zone. The results on availability, accessibility and consumption show that 38.8 % of households have the fruits, 51.8 % have access to fruits and 82.0 % consume the fruits with an average of 3 days per week. Regarding vegetables, 74.2 % of households have them, 81.0 % have access to them and 96.1 % consume them with an average of 4 days per week. A correlation was observed between the father's profession, the level of education of the parents and consumption fruits and vegetables in the households. Overall, if we also take into account the frequency, the availability, accessibility and consumption of fruits and vegetables one records that they are low in Miti-Murhesa Health zone.

KEYWORDS: Availability, accessibility, consumption, fruits and vegetables, Miti-Murhesa.

RESUME: Une étude a été menée sur la disponibilité, l'accessibilité et la consommation des fruits et légumes dans la zone de santé de Miti-Murhesa, avec comme objectif de Contribuer aux connaissances sur la sécurité et les habitudes alimentaires basées sur les fruits et légumes dans les ménages. Pour ce faire, une enquête a été réalisée auprès des ménages. Un échantillon de 384 ménages a été constitué et reparté en axes tout en retenant toutes les aires de santé de la zone. Les résultats sur la disponibilité, l'accessibilité et la consommation montrent que 38,8 % des ménages disposent les fruits, 51,8 % y accèdent et 82,0 % consomment les fruits avec une moyenne de 3 jours par semaine. S'agissant des légumes, 74,2 % des ménages en disposent, 81,0 % en accèdent et 96,1 % les consomment avec une moyenne de 4 jours par semaine. Il a été observé une corrélation entre la profession du père, le niveau d'instruction des parents et la consommation des fruits et légumes dans les ménages. D'une manière globale, si on tient compte aussi de la fréquence, la disponibilité, l'accessibilité et la consommation des fruits et légumes on constate qu'elles sont faibles dans les ménages de la zone de santé de Miti-Murhesa.

MOTS-CLEFS: Disponibilité, accessibilité, consommation, fruits et légumes, Miti-Murhesa.

1 INTRODUCTION

La sécurité alimentaire demeure de nos jours une préoccupation dans les pays du monde entier actuellement confrontés aux perturbations climatiques et à une crise économique. La couverture alimentaire demeure insuffisante [1]. La vulnérabilité à l'insécurité alimentaire est un problème qui touche principalement les ménages agricoles des zones rurales pauvres [1].

La consommation mondiale de fruits et légumes est bien inférieure aux niveaux minimums recommandés de 400g par personne et par jour [2]. L'OMS place la faible consommation de fruits et légumes au sixième rang parmi les 20 facteurs de risque pour la mortalité humaine dans le monde, juste derrière des tueurs mieux connus comme le tabac et l'hypercholestérolémie. À l'échelle mondiale, 1,7 million de décès (2,8% de tous les décès) peuvent être attribués à la consommation insuffisante de fruits et légumes [3].

En Afrique, L'insécurité alimentaire s'aggrave tout particulièrement. La disponibilité alimentaire quotidienne moyenne par individu reste toujours en deçà du seuil minimal, malgré un recours croissant des États africains à l'aide alimentaire délivrée par le Programme Alimentaire Mondial [4].

En Afrique australe, les études réalisées ont révélé que les légumes sont méprisés parce que considérés comme "aliments des pauvres" [5].

En RDC les analyses de la classification intégrée de la sécurité alimentaire (IPC) amorcées depuis 2011 indiquent que la situation de l'insécurité alimentaire est récurrente. Selon le IPC 2013; 6,35 millions de personnes sont en insécurité alimentaire soit 15% de la population rurale [6].

En termes de contribution à la sécurité alimentaire, la filière maraîchère s'illustre principalement par l'amarante qui représente, de tous les légumes cultivés, le plus grand pourvoyeur en éléments nutritifs. Du point de vue nutritionnel, la filière maraîchère constitue un complément nutritionnel intéressant par rapport à la sécurité alimentaire [7].

Au Sud-Kivu, les ménages avec consommation pauvre représentent plus de 10% des ménages dans la province [8]. Les ménages agricoles de 2011 représentent 20% de la population tandis que ceux de 2012 représentent 17.3% soit une baisse de 2.7 % de ménages agricoles. Les statistiques des amarantes ont montré que l'année 2012 a connu une diminution de l'ordre de 58,4 % par rapport à 2011 à cause des intempéries et autres. Le territoire d'Uvira reste la plus productif en amarante, aubergine, et tomate avec une production dépassant la moitié de la production totale du Sud-Kivu [9].

La zone de santé de Miti – Murhesa n'est pas épargnée de tous ces problèmes, la situation nutritionnelle est préoccupante, vu le nombre de nouveaux-cas de la malnutrition pluri-carencielle croissant. Trois aires de santé seulement organisent les activités de sécurité alimentaire sur 18 que compte la zone de santé [10]. Ainsi la présente étude a été menée pour Contribuer aux connaissances sur la sécurité et les habitudes alimentaires basées sur les fruits et les légumes dans les ménages de la zone de santé rurale de Miti-Murhesa à fin de faciliter le pouvoir publique à bien orienter ses interventions dans ce domaine précis.

2 METHODOLOGIE

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU D'ÉTUDE

La zone de santé (ZS) rurale de Miti-Murhesa se trouve au Nord du Territoire de Kabare, dans la province du Sud-Kivu, en RD Congo. Elle est située à 20 Km de la ville de Bukavu et limitée au Nord et à l'Est par la zone de santé de Katana, au sud par la zone de santé de Kabare et à l'Ouest par le Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB) qui la sépare de la zone de santé Kalonge. Son relief est varié; on y rencontre des collines, des vallées et la forêt le long du Parc National de Kahuzi Biega (PNKB). La zone de santé de Miti-Murhesa est située à une altitude comprise entre 1500 à 2500 m d'altitude. Deux saisons sont observées à savoir la saison de pluie, allant de septembre à mi-février et de mars à mi-juin, et la saison sèche, qui va de mi-février à fin février et de mi-juin à fin Août. Le sol est de nature sablo-argileuse [10]. L'économie de cette zone de santé est basée sur l'agriculture et l'élevage traditionnels; mais les terres arables sont envahies par la population suite à une démographie galopante. Cette zone de santé compte 18 aires de santé dont les aires de santé de Kavumu, Lwiro, Kahungu, Buhandahanda, M'Bayo, Combo, Mushungurhi, Mulungu, Kajeje, Cifuma, Kalwa, Muganzo, Bushumba, Murhesa, Kashusha, Chahoboka, Saint-Pie X, Cibumbiro, Mulungu-Miti et Itara. Les aires de santé de Chahoboka et Mulungu-Miti sont nouvellement créées et absentes de la carte ci-dessous; cette dernière devra être actualisée à fin d'intégrer les modifications actuelles. Chaque aire de santé est représentée par une structure dite centre de santé (CS) comme marqué dans la figure 1 ci-dessous.

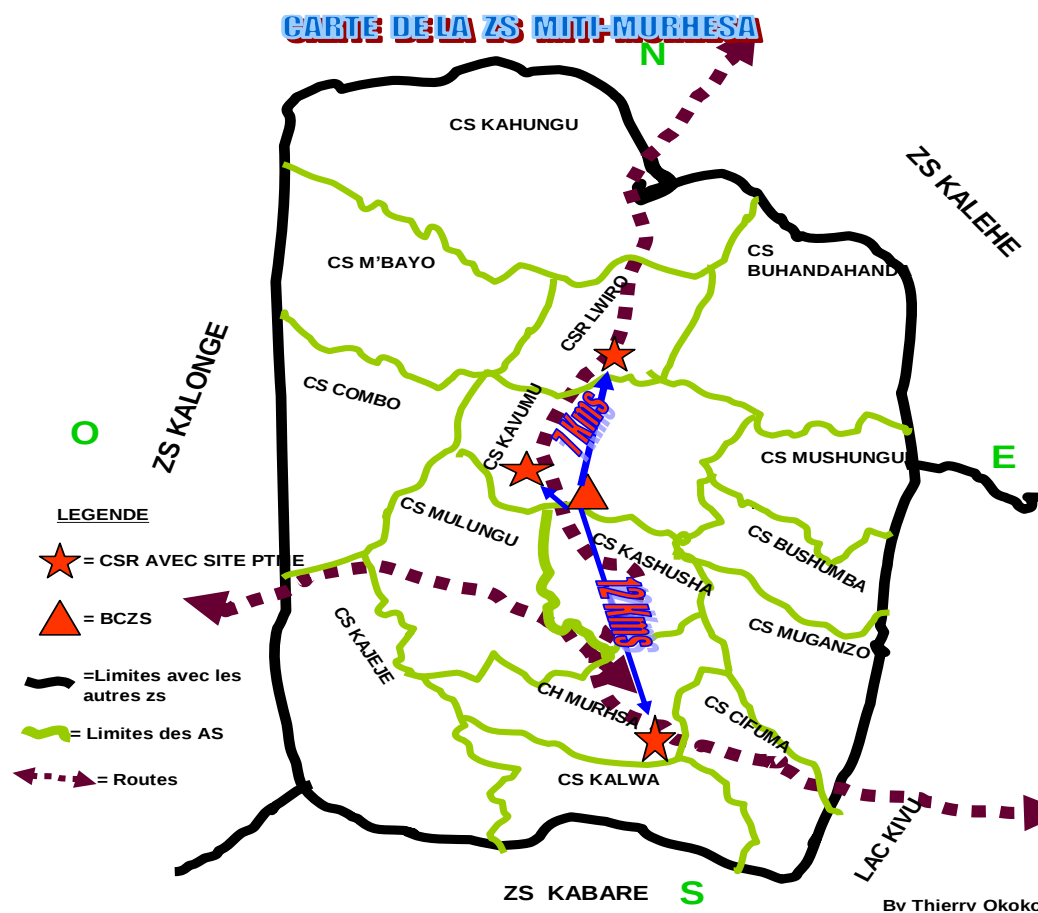


Fig. 1. Carte de la zone de santé rurale de Miti-Murhesa

2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Une étude du type transversal a été menée auprès de ménages dans une période allant d'Avril à Juin 2021. L'échantillon est composé par les ménages de la zone de santé rurale de Miti-Murhesa, où les aires de santé sont réparties en axes, notamment axes nord (Buhandahanda, Lwiro, Kahungu), axe sud (Kalwa, Cifuma, Saint-Pie X, Kajeje, Murhesa, Cibumbiro), axe centre (Kavumu, M'Bayo, Mulungu, Combo, Kashusha) et axe Est (Mushungurhi, Itara, Bushumba, Muganzo).

Etant donné que la zone d'étude était composée de 38266 ménages, 384 ménages ont été considérés comme échantillon. Un échantillonnage systématique à plusieurs degrés a été choisi.

Toutes les Aires de santé de la zone ont été retenues (au premier degré); au deuxième degré, dans chaque Aire de santé nous avons pris au hasard 30% des villages qui la constituent et c'est dans ces villages que l'échantillon tiré en divisant le nombre de ménages retenus pour chaque Aire de santé par le nombre de villages retenus.

Un questionnaire d'enquête basé sur le niveau socioéconomique des ménages et reprenant les questions sur la disponibilité, l'accessibilité et la consommation des fruits et légumes dans les ménages nous a servi pour collecter les informations.

Une fois dans le village à enquêter, le centre du village était d'abord identifié et la direction à prendre était tirée au hasard par la technique de «stylographe tournant». La direction de la pointe du stylo était suivie pour commencer la collecte dans le premier ménage; après avoir enquêté un ménage, le suivant le plus proche à gauche dans lequel la porte est ouverte était considéré ainsi de suite jusqu'à atteindre le nombre des ménages retenus pour le village.

Les données ont été saisies dans Excel 2007 et le logiciel Epi-Info version 3,6 a été utilisé pour leur traitement et l'analyse.

Le test Ki-carré, model de régression logistique a été utilisé, avec un seuil de signification de p fixé à 0,05 et les pourcentages pour les variables qualitatives. Ainsi, les variables dépendantes (la consommation des fruits et légumes au niveau des ménages)

et les variables indépendantes/caractéristiques (âge, sexe, niveau d'étude, profession) ont été analysées suivi de la disponibilité et accessibilité des fruits et légumes.

3 RESULTATS

Tableau 1. Disponibilité, accessibilité et consommation des fruits dans les ménages

ITEMS étudiés	N	%
Disponibilité des fruits dans les ménages		
Non	235	61,2
Oui	149	38,8
Type des fruits disponibles		
Avocat	72	18,8
Papaye	12	3,1
Prune	14	3,6
Orange	29	7,6
Citron	3	0,8
Banane	29	7,6
Mangue	16	4,2
Ananas	15	3,9
Goyave	13	3,4
Mandarine	1	0,3
Paciflore	8	2,1
Accessibilité des ménages aux fruits		
Non	185	48,2
Oui	199	51,8
Fruits auxquels les ménages accèdent		
Goyave	30	7,8
Avocat	109	28,4
Orange	26	6,8
Prune	10	2,6
Mangue	19	4,9
Banane	54	14,1
Citron	8	2,1
Papaye	18	4,7
Paciflore	8	2,1
Ananas	2	0,5
Consommation des fruits les 7 jours		
Non	69	18
Oui	315	82
Types des fruits consommés		
Banane	54	14,1
Avocat	109	28,4
Orange	26	6,8
Ananas	2	0,5
Citron	8	2,1
Mangue	19	4,9
Goyave	30	7,8
Prune	10	2,6
Papaye	18	4,7
Paciflore	8	2,1

Il ressort de ce tableau que la consommation des fruits dans les ménages est supérieure à l'accessibilité et la disponibilité, ici l'avocat est le plus disponible, accessible et le plus consommé dans les ménages enquêtés.

Tableau 2. Disponibilité, accessibilité et consommation des légumes dans les ménages

ITEMS étudiés	N	%
Disponibilité des légumes dans les ménages		
Non	99	25,8
Oui	285	74,2
Types de légumes disponibles		
Choux	41	10,7
Amarantes	78	20,3
feuilles d'haricot	62	16,1
Sombre (feuilles de manioc)	61	15,9
feuilles de courge	33	8,6
Aubergines	19	4,9
feuilles de colocases	1	0,3
Accessibilité des ménages aux légumes		
Non	73	19
Oui	311	81
légumes auxquels les ménages accèdent		
Choux	51	13,3
Amarantes	146	38
feuilles d'haricot	74	19,3
Sombe (feuilles de manioc)	155	40,4
feuilles de courge	122	31,8
Aubergines	31	8,1
feuilles de colocases	16	4,2
Epinards	23	6
Consommation des légumes dans les 7jours		
Non	15	3,9
Oui	369	96,1
Types des légumes consommés		
Choux	152	39,6
Amarantes	225	58,6
feuilles d'haricot	87	22,7
Sombe (feuilles de manioc)	178	46,4
feuilles de courge	181	47,1
Aubergines	67	17,4
feuilles de colocases	16	4,2

Ce tableau montre que l'accessibilité et la disponibilité des légumes sont inférieures à la consommation dans les ménages, et sont les amarantes qui sont plus consommés par rapport aux autres.

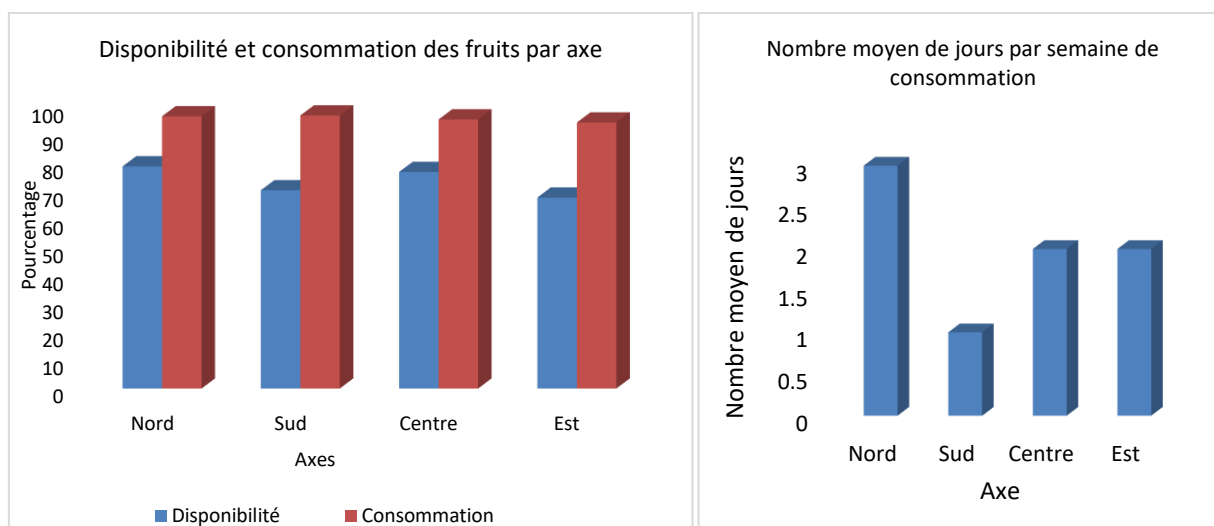


Fig. 2. La disponibilité et la consommation moyenne des fruits par semaine et par axes de la zone de santé

Il ressort de cette première figure que les ménages consomment plus des fruits par rapport ce qu'ils disposent. La deuxième figure montre que la consommation des fruits par semaine est faible et c'est l'axe nord qui consomme plus avec une moyenne de 3 fois par semaine.

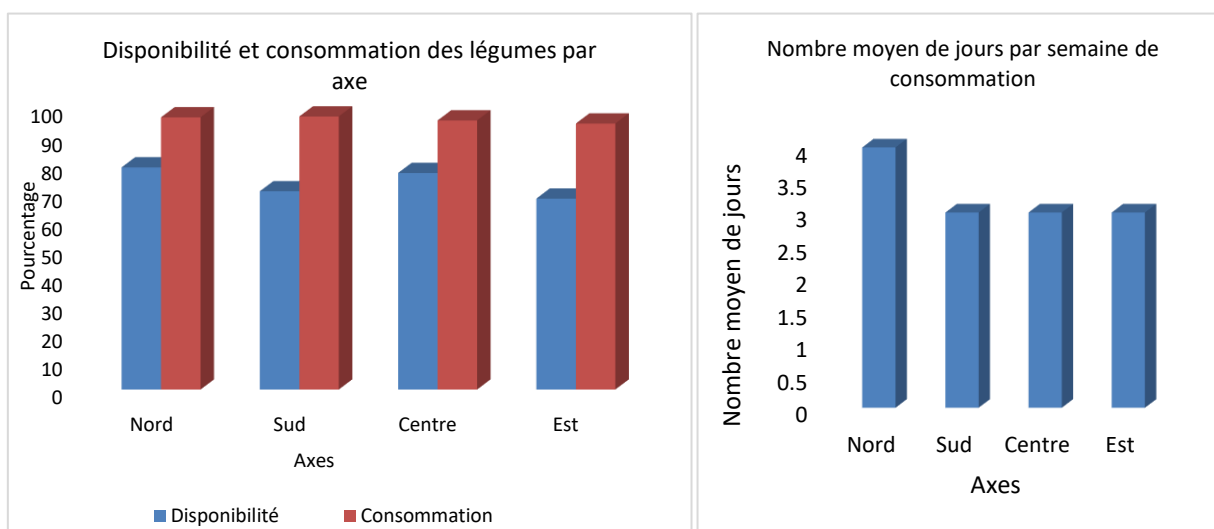


Fig. 3. La disponibilité et la consommation moyenne des légumes par semaine et par axes de la zone de santé.

Pour ces figures, la première montre que la consommation des légumes est élevée par rapport à ce que les ménages disposent. Il ressort de la seconde figure que la consommation des légumes par semaine est inférieure à quatre jours et c'est l'axe nord qui vient en première position.

Tableau 3. Caractéristiques des ménages associées à la consommation des fruits

Variables étudiées	Consommation des fruits		chi-carré	ddl	P
	Non	Oui			
Sexe					
masculin	29	141	0,17	1	0,68
féminin	40	174			
Niveau d'instruction du père					
décédé	0	15	11,3	5	0,04
pas d'études	39	148			
primaire	12	68			
secondaire	11	55			
supérieure	1	19			
technique professionnelle (métier).	6	10			
Niveau d'instruction de la mère					
décédée	2	8	12,9	5	0,02
pas d'études	36	174			
primaire	23	81			
secondaire	6	50			
supérieure	0	2			
technique professionnelle (métier).	2	0			
Profession du père					
agriculture	30	154	21,6	6	0,00
petit commerce	6	27			
emploie	8	61			
ouvrier indépendant	17	29			
technique professionnelle (métier).	4	22			
sans profession	4	22			
Profession de la mère					
agriculture	40	180	9,06	5	0,11
petit commerce	22	69			
emploie	0	26			
ouvrier indépendant	2	8			
technique professionnelle (métier).	1	12			
sans profession	4	20			
Présence des enfants < 5ans					
Non	21	81	0,64	1	0,42
Oui	48	234			
Présence des femmes enceintes					
Non	64	279	1,62	1	0,20
Oui	5	40			
Présence des femmes allaitantes					
Non	46	179	2,25	1	0,13
Oui	23	136			

Ce tableau montre que le niveau d'instruction de deux parents suivi de la profession du père influence positivement la consommation des fruits dans les ménages.

Tableau 4. *Caractéristiques des ménages associées à la consommation des légumes*

Variables étudiées	Consommation des légumes		Ki- carré	Ddl	P
	Non	Oui			
Sexe					
Masculin	10	160	3,17	1	0,07
Féminin	5	209			
Niveau d'instruction du père					
Décédé	0	15	35,11	5	0,00
pas d'études	6	181			
Primaire	1	79			
Secondaire	3	63			
Supérieur	0	20			
technique professionnelle (métier).	5	11			
Niveau d'instruction de la mère					
n'existe pas	0	17	13,57	5	0,01
pas d'études	4	180			
Primaire	2	102			
Secondaire	2	54			
Supérieure	0	2			
technique professionnelle (métier).	1	1			
Profession du père					
Agriculture	4	180	18,47	6	0,00
petit commerce	0	33			
Emploie	8	61			
ouvrier indépendant	0	46			
technique professionnelle (métier).	2	24			
sans profession	1	25			
Profession de la mère					
Agriculture	12	208	5,89	5	0,31
petit commerce	1	90			
Emploie	0	26			
ouvrier indépendant	1	9			
technique professionnelle (métier).	0	13			
sans profession	1	23			
Présence des enfants < 5ans					
Non	6	96	1,44	1	0,22
Oui	9	273			
Présence des femmes enceintes					
Non	13	326	0,03	1	0,84
Oui	2	43			
Présence des femmes allaitantes					
Non	9	216	0,01	1	0,91
Oui	15	369			

Il ressort de ce tableau que le niveau d'instruction des parents et la profession qu'exerce le père influence positivement la consommation des légumes dans les ménages.

Tableau 5. Résultats de l'analyse multivariée par régression logistique des caractéristiques associées

Variables étudiées	OR ajuste (IC à 95%)	Coeff	Z-stat	p
consommation des fruits				
niveau d'étude de la mère	0,85 (0,6-1,21)	-0,15	-0,85	0,39
niveau d'étude du père	1,24 (0,99-1,66)	0,21	1,49	0,13
présence des femmes allaitantes	1,77 (0,99-3,15)	0,57	1,94	0,05
présence des femmes enceintes	2,10 (0,78-5,59)	0,74	1,48	0,13
Profession de la mère	1,12 (0,89-1,41)	0,11	1,03	0,29
profession du père	0,71 (0,58-0,87)	-0,33	-3,23	0,00
consommation des légumes				
niveau d'étude de la mère	1,29 (0,66-2,51)	0,26	0,77	0,44
niveau d'étude du père	0,55 (0,34-0,91)	-0,58	-2,31	0,02
profession du père	0,93 (0,60-1,44)	-0,06	-0,29	0,76
Sexe	2,58 (0,84-7,93)	0,95	0,66	0,09

Ce tableau montre qu'il existe une corrélation entre la profession du père, le niveau d'étude des parents, la présence des femmes allaitantes dans le ménage et la consommation des fruits ; et le niveau d'instruction du père influence positivement la consommation des légumes dans les ménages.

4 DISCUSSION

Nos résultats montrent que la disponibilité, accessibilité, consommation des fruits sont faibles. Pour les légumes, la disponibilité et l'accessibilité semblent bonnes mais avec une consommation faible.

Les fruits sont moins disponibles, mais plus ou moins accessibles dans les ménages de la zone de santé de Miti-Murhesa. Cela s'explique par le fait qu'à part les fruits qui sont produits, les ménages achètent d'autres au niveau des marchés.

De résultats de nos enquêtes, les légumes sont produits par la plupart des ménages et par conséquent sont moins achetés. La disponibilité et l'accessibilité des légumes expliquent leur consommation élevée par rapport à celle des fruits dans les ménages même si aussi inférieure aux normes de l'OMS.

Considérant la fréquence de la consommation des fruits dans les ménages, les axes de la zone de santé qui consomment les fruits que les autres sont l'axe nord.

Les ménages de l'axe nord consomment les fruits en moyenne 3 jours par semaine suivi de ceux de l'axe centre avec 2 jours par semaine. Pour ce qui est des légumes; tous les axes de la zone de santé d'une manière générale disposent les légumes, l'axe nord suivi de l'axe Centre les consomment plus. La consommation moyenne des légumes dans les ménages de l'axe nord est de 4 jours par semaine suivi des axes sud et nord avec en moyenne une consommation de 3 jours par semaine, ce qui est inférieur aux normes des consommer les légumes et les fruits chaque jour en quantité suffisante. L'OMS recommande de manger au moins 400 g de fruits et légumes par personne par jour [2].

Nos résultats montrent que les fruits et les légumes sont plus consommé dans de la zone où ils sont disponibles et accessibles. Les recherches de nos prédécesseurs montrent que, la disponibilité de toute une palette attractive de fruits et de légumes à longueur d'année influence de façon positive la consommation de ces produits, surtout pour les groupes au statut socio-économique supérieur. Au foyer, la disponibilité des fruits et des légumes et leur accessibilité sont également importantes pour les enfants tout comme pour les adultes [11].

Pour ce qui est des facteurs associés à la consommation des fruits et légumes:

Nos résultats montrent que la profession du père influence positivement la consommation des fruits et légumes, c'est-à-dire plus le père exerce une profession qui rémunère (le revenu), plus son ménage consomme les fruits et les légumes, ces résultats corroborent avec ceux d'autres chercheurs qui montrent que la capacité financière est l'un des facteurs influençant la consommation de fruits et de légumes. De nombreuses études confirment la relation entre le niveau des revenus et l'apport en fruits et légumes dans les ménages, les groupes les moins favorisés tendent à consommer moins de fruits et légumes que les groupes les plus favorisés [12].

En ce qui est du niveau d'instruction des parents, il se fait voir une consommation importante des fruits et des légumes dans les ménages où les parents ont un niveau d'instruction supérieure par rapport aux ménages où les parents n'ont pas étudiés, et c'est l'axe nord de la zone de santé qui consomme plus les légumes et les fruits que les autres axes. Les études menées par d'autres chercheurs ont prouvé que les facteurs nuisant l'accès aux légumes et fruits frais sont complexes et incluent le revenu, le niveau de scolarité, l'âge, la situation géographique, l'accessibilité, la disponibilité, la qualité, les moyens de transport suffisants et les lacunes en matière d'aptitudes liées aux aliments, incluant la préparation, la manutention et l'entreposage [13].

Pour la consommation par axe, nos résultats montrent qu'il ya des différences dans la consommation de fruits et légumes entre les axes de l'étude. Les résidents des provinces de l'Atlantique, de l'Ouest canadien, la Colombie-Britannique et l'Ontario consomment moins souvent de légumes et fruits que les résidents du Québec [14]. En rapport avec le sexe et l'âge, ceux-ci n'influencent pas la consommation des fruits et légumes dans les ménages enquêtés selon nos résultats; celle des autres chercheurs montrent que, en général, les filles et les femmes consomment plus de fruits et de légumes que les garçons et les hommes [12]. Fiel a aussi été suggéré dans son étude que les filles aiment mieux les fruits et les légumes que les garçons et en mangent donc plus souvent. La raison n'en est pas pour autant déterminée avec précision [15].

Cette différence entre nos résultats peut être due au contexte dans lesquels leurs études ont été réalisées, eux voulaient évaluer la consommation par sexe, tandis que pour notre étude c'était question d'évaluer la consommation des ménages.

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre étude a porté sur la disponibilité, l'accessibilité, la consommation des fruits et légumes dans les ménages en milieu rural, cas spécifique de la zone de santé de Miti-Murhesa.

Pour mener cette étude, nous avons émis trois hypothèses partant de notre objectif qui est: Contribuer aux connaissances sur la sécurité et les habitudes alimentaires basées sur les fruits et les légumes dans les ménages de la zone de santé de Miti-Murhesa.

Pour les fruits, la production, l'accessibilité et la consommation seraient faibles dans les ménages de la zone de santé de Miti-Murhesa, tandis que celles des légumes y seraient acceptables. Nos résultats montrent que le taux de disponibilité et de l'accessibilité des fruits aux ménages de la zone de santé de Miti-murhesa sont faibles, 38,8% des ménages disposent les fruits et 51,8% y accèdent. 82,0% des ménages consomment les fruits, mais c'est l'axe nord qui consomme le plus par rapport aux autres avec une consommation moyenne de 3jours par semaine ce qui signifie que le taux de consommation y est également faible.

Les légumes y sont plus accessibles, disponibles et consommé par rapport aux fruits. 74,2% des ménages disposent les légumes, 81,0% accèdent et 96,1% les consomment, malgré ce qui précède, la consommation

Les légumes y sont plus accessibles, disponibles et consommé par rapport aux fruits. 74,2% des ménages disposent les légumes, 81,0% accèdent et 96,1% les consomment, malgré ce qui précède, la consommation des légumes est aussi insuffisante car elle est de 4 jours dans l'axe nord où ils sont

Plus consommés par rapport aux autres axes.

D'une manière globale, dans les ménages de la zone de santé de Miti-Murhesa, la disponibilité, l'accessibilité et la consommation des fruits sont faibles, tandis que pour les légumes la disponibilité et l'accessibilité sont acceptables mais la consommation est également faible.

De ce qui précède, nous recommandons ce qui suit:

- Aux ménages: de bien vouloir entretenir des jardins de légumes dans leurs parcelles et planter les arbres fruitiers dans leurs champs
- Au gouvernement congolais de bien vulgariser la production des fruits et légumes à fin qu'ils soient accessibles à tous. Bien sensibiliser la communauté sur la consommation des fruits et légumes, et leur rôle sur la santé humaine

En fin, des études pouvant déterminer la quantité moyenne des fruits et légumes consommées par personne et par ménage de la zone de santé rurale de Miti-Murhesa sont envisageables pour compléter notre recherche.

REMERCIEMENTS

Nous remercions nos techniciens de recherche, agents techniques et collaborateurs ZAMBALI Masirika Dieudonné, MINANI Kulimushi Crispin, BATASEMA Lushombo Jeanne pour leur courage, temps mis et assiduité lors de la collecte des données.

REFERENCES

- [1] FAO, Etat de la sécurité alimentaire dans le monde, Rapport, 60p, 2008.
- [2] World Health Organization, Global Health Risks. WHO: Geneva, Switzerland, 2009.
- [3] Yngve A., Alexandra W. et Klepp K., Fruit and vegetable intake in a sample of 11-year-old children in European countries: The Pro Children Cross-sectional Survey. *Annals of Nutrition and Metabolism* 49: 236-245, 2005.
- [4] Cambrez L. et Janin P., « Le risque alimentaire en Afrique », in Veyret, Y. (Dir.), *Les risques*, Paris, SEDES, 2003.
- [5] PAM et FAO, Evaluation approfondie de la sécurité alimentaire des ménages, Rapport, 2006.
- [6] Politique nationale de nutrition en RD Congo version 2013, Rapport, 2013.
- [7] AUTISSIER V., jardin des villes, jardins de champs: maraîchage en Afrique de l'Ouest du diagnostic à l'intervention, édition GREF 295p, 1994.
- [8] Ministère du plan, Rapport sur l'analyse globale de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité en RD CONGO, Rapport, 2012.
- [9] Division provinciale de l'agriculture, pêche et élevage. Rapport annuel, 2011 et 2012.
- [10] Zone de santé de Miti-Murhesa. Rapport annuel d'activités du Bureau Central de la Zone de 2019. Rapport, 2019.
- [11] Kamphuis C.B., Frank V. et Katrina G; Johannes B., Perceived environmental determinants of physical activity and fruit and vegetable consumption among high and low socioeconomic groups in the Netherlands. *Health Place* 13: 493-503, 2007.
- [12] Dibsall L.A., Nigel L., Bobbin R.F., Lynn J., Low-income consumers' attitudes and behaviour towards access, availability and motivation to eat fruit and vegetables. *Public Health Nutrition* 6: 159-168, 2003.
- [13] Pomerleau J., Martin M., Lobstein T. et Cécile K., The burden of disease attributable to nutrition in Europe. *Public Health Nutrition* 6: 453-461, 2003.
- [14] Bere E., Johannes B. et Klepp K., Why do boys eat less fruit and vegetables than girls? *Public Health Nutrition* 11: 321-325, 2008.
- [15] Friel S., John N. et Cecily K., Who eats four or more servings of fruit and vegetables per day? Multivariate classification tree analysis of data from the 1998 Survey of Lifestyle, Attitudes and Nutrition in the Republic of Ireland. *Public Health Nutrition* 8: 159-169, 2005.

CHARACTERIZATION OF WASTE (PALM KERNEL SHELL AND MAIZE COB) FOR FUEL ENERGY GENERATION

Olawaju T. Oginni¹, Joseph Friday Kayode², Mayowa A. Ogidi³, and Oluwasina L. Rominiy²

¹Department of Mechanical Engineering, Bamidele Olumilua University of Education, Science and Technology, Ikere-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

²Department of Mechanical and Mechatronics Engineering, Afe Babalola University, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

³Department of Civil Engineering, Bamidele Olumilua University of Education, Science and Technology, Ikere-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

Copyright © 2024 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 short- and long-term properties of palm kernel shell (PKS) and maize cob, biomass waste, and crops with energy potential for use as fuel pellets in industrial and residential settings, are examined in this study. A thermogravimetric investigation was conducted to determine the distinctive thermal behavior of the biomass above plants in an air and inert environment at room temperature to 700°C for the heating rate of 10°C min⁻¹. It was discovered that the weight loss trends in the two biomass samples were identical in trend. Three reaction zones—char degradation, dehydration, and breakdown—that generated volatility were seen when the samples were being tested in a nitrogen atmosphere. Dehydration, devolatilization, and char burning occurred in three reaction zones in an air environment. The proximate study revealed that PKS has 9.7% more volatile matter than maize cob whereas biomass has a 0.7% difference in carbon combustion value (15.1% for maize cob and 14.4% for PKS). The final study revealed that PKS had a greater heat value per kilogram than maize cob, which has heat of 16.4 MJ/kg and contains 47.6% carbon, 5.3% hydrogen, 44.3% oxygen, and 6.2% water. The findings of theoretical and experimental techniques showed that palm kernel shell has the highest calorific value, making it the best for biomass energy generation and fuel pellets for both residential and industrial use to power machinery and create income for investors.

KEYWORDS: Fuel, Energy, Crops, Thermal Behaviour, Inert and Air Environments.

1 INTRODUCTION

Global warming is caused by the steadily rising carbon dioxide (CO₂) emissions, which are mostly brought on by the burning of fossil fuels. As a result, finding alternative energy sources is essential for reducing CO₂ emissions and having a positive environmental impact. Some renewable energy sources, including wind and water power plants, needed biomass to be harvested using thermal methods. Since the same quantity of CO₂ is drawn from the air over the plant's development cycle, consistent energy sources help to reduce CO₂ emissions over time [1, 2].

Renewable energy is power that can be produced indefinitely. Cleanliness, price, stability, efficiency, and any potential environmental effects must all be taken into account when making a decision. Since fossil fuel stocks will inevitably deplete, businesses must move to renewable sources as soon as possible. Additionally, these fossil fuels pose a serious threat to ecological security and the delicate balance of the ecosystem [3, 4, 5].

Gases including carbon monoxide, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide are produced when fossil fuels are burned. This dangerous substance impedes the growth of plants, causes smog, impairs human health, and directly contributes to air pollution [6]. Sulfur dioxide is primarily responsible for the production of acid rain, which severely damages

marble crops and monuments. Due to coal mining, the land has become lifeless and unfruitful. Large areas of land cannot be used for agriculture due to this unfavorable side effect [7].

Biomass has the potential to meet the world's expanding need for renewable and sustainable alternatives since it is readily available, socially acceptable, and carbon-neutral. As a result, it is expected that humanity's transition away from fossil fuels and toward renewable energy technologies would improve environmental sustainability by reducing GHG emissions and diversifying the world's energy supply. To discover a replacement that is both environmentally benign and economically feasible, as well as a source of income for the people of Nigeria, it is urgently necessary to investigate biomass [8, 9].

The quest for energy sources with low greenhouse gas emissions and sustainable production has prompted interest in alternate biomass sources. However, storage, transportation, and lower energy density issues with using biomass fuels must be addressed. Energy density can be severely impacted by low-density levels, which raises the cost of storage and transit. Utilizing pellets as an alternative biomass source allows for densification, which lowers the amount of biomass while improving the quality of its energy. They are made mostly from agricultural plants and a variety of biomass resources. In every situation, it's critical to assess the fuel's attributes to ascertain whether it will work with the heating system and its handling capabilities [10, 11].

2 MATERIALS AND METHOD

2.1 MATERIAL SELECTION

The materials were sourced locally which are Palm Kernel Shell and Maize Cob.

2.2 METHODOLOGY

The samples were weighed and burnt. There were variations in the specimen's weight as its temperature was raised monitored, and recorded until there was no change. The samples' volatile and moisture contents were assessed by thermogravimetric analysis (TGA) and the variety of characteristics includes moisture loss, decarboxylation, pyrolysis, solvent and plasticizer loss, oxidation, and degradation for biomass or other substances. The proximate analysis technique was used to characterize biomass as moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon percentages. The fixed carbon percentage is dependent on the results of the other three parameters [12]. The Moisture Content (MC), Ash content (AC), Volatile matter (VM) and Fixed carbon percentage (FC) were calculated using Equation 1, 2, 3, and 4 [12], [13].

$$\text{Moisture content (MC) (\%)} = \frac{W_o - W}{W_o} \quad (1)$$

Where; W_o is the initial weight of the sample and crucible together,
and W is the resulting weight of the dry sample.

$$\text{Ash content (\%)} = \frac{W_a}{W_o} \quad (2)$$

Where W_a is ash weight.

$$\text{Volatile Matter (\%)} = \frac{W_v}{W_o} \quad (3)$$

Where W_v is the ash weight sample.

$$\text{FC \%} = 100 - (\% \text{ Ash} + \text{VM} + \text{MC}) \quad (4)$$

2.3 GAS EMISSION AND PARTICULATE MATTER (PM) ANALYSIS

An infrared analyzer was used to continually assess molar percentages of oxides of carbon in thermogravimetric (TG) output. At every 10 seconds, the experimental uncertainty for gas measurement was recorded along with the gas composition using a Flame Ionized Detector (FID) [1].

2.4 THERMO-GRAVIMETRIC KINETIC APPROACH

The method employed using the mentioned equations 5 to 7 [14] was used to calculate reaction kinetics parameters. The vitalization reaction's overall kinetics are provided by

$$\frac{dx}{dt} = -kx^n \quad (5)$$

where x is sample mass, k is reaction constant, and n is in order of the reaction.

$$K = Ae^{(-E/RT)} \quad (6)$$

$$L_{n0} \left[\frac{-1}{w_o - w_f} \right] \left[\frac{dw}{dt} \right] = L_n(A) - \left[\frac{E}{RT} \right] + nL_n \left[\frac{w - w_f}{w_o - w_f} \right] \quad (7)$$

Where w_o is initial mass, w_t is final mass, w is mass at any time, $\frac{dw}{dt}$ is the ratio of change in mass to change in time; A is the preexponential factor, and R is the universal gas constant [12].

Geospatial software was used to theoretically assess the potential of certain biomass agricultural leftovers. All agricultural leftovers are allotted for burning or gasification for energy and heating requirements, according to preliminary and final evaluations. The material melting point was impacted by a high quantity of ash in the alkaline and alkaline earth. In an environment of inert nitrogen and air, a 10°C/min heating rate was used to perform a thermogravimetric examination on two biomass samples, palm kernel shell, and maize cob. Below 140°C, the moisture was removed. The early degradation of biomass was seen between 200°C and 340°C in an inert environment, and between 200°C and 300°C in an atmosphere. Over 400°C, the second degradation of biomass in an inert atmosphere happened constantly, and the remnants of maize cobs and palm kernel shells were noted. Devolatilization took place between 180 and 325 °C, while char combustion took place between 320 and 450 °C [15, 16].

To pinpoint the areas of decomposition and assess kinetic characteristics (activation energy, frequency factor, and reaction order), thermal breakdown of palm oil fronds and palm kernel shells was performed in a TGA. According to the decomposition profiles, cellulose and hemicellulose for both types of palm oil waste degraded at temperatures between 320 and 350 °C and 280 to 300 °C, respectively. According to the literature, no lignin breakdown was seen. When compared to a corn cob, PKS was shown to decompose more quickly. First-order reaction kinetics and the breakdown patterns of palm oil wastes were well-matched [14].

3 RESULTS AND DISCUSSION

The differential thermal analysis (DTA) signal and weight loss were collected throughout the analysis process. Physical, chemical, and thermal characteristics of biomass fuels were categorized. Important chemical characteristics of biomass were also assessed in the final analysis. A biomass fuel sample's proximate analysis measures the moisture, volatile matter, ash, and fixed carbon content while the ultimate analysis determines the biomass's carbon, hydrogen, and oxygen composition. Tables 1 and 2 contain the findings.

Table 1. Proximate and Elemental analyses of Maize Cobs and Palm Kernel Shell

Characteristics	Maize Cob	Palm Kernel Shell
Moisture (%-air dry)	7.2	7.8
Volatile matter (%- air basic)	70.8	80.5
Ash (%-air basic)	1.6	4.3
Fixed carbon (%-air basic)	15.1	14.4

In air dry conditions shown in Table, the moisture of corn cob 7.2 % was found higher than 7.8% of palm kernel shells. The palm kernel shell has a high ash content of 4.3 % while the maize cob value is 1.6 %. The volatile matter of the Palm kernel shell was 70.8 % whereas that of the Palm kernel was 80.5 %. Fix carbon was approximately 15.1 % but higher than PKS. The proximate analysis revealed that both have almost the same combustion value (15.1% maize cob and 14.4 % PKS) in terms of

carbon while PKS 9.7 % contains more volatile matter than maize cob. Figure 3 shows the characterization of the biomass constituents.

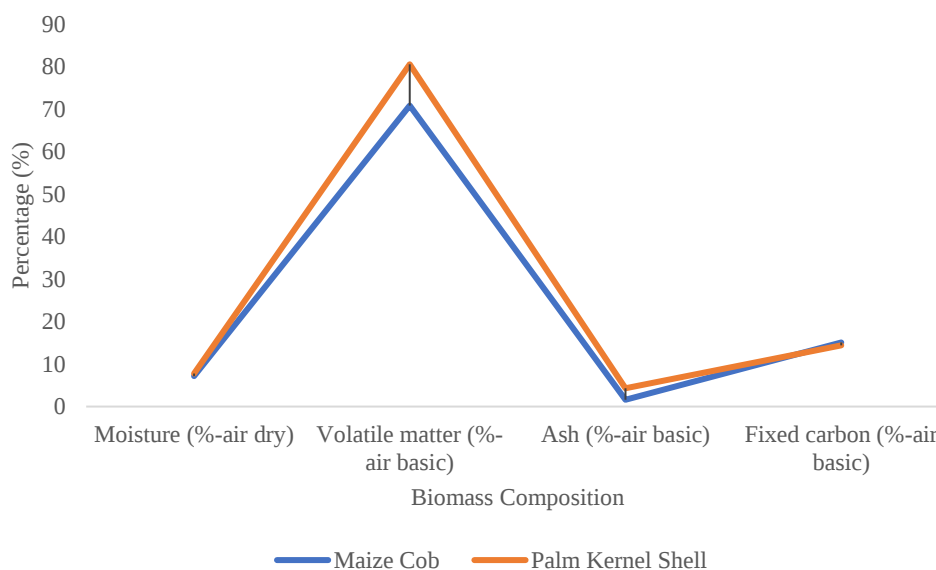


Fig. 1. Comparison of MC and PKS Calorific heat content

Figure 3 indicates the proximate analysis supremacy of carbon contents and volatile matter PKS 9.7 % over maize cob. The non-isothermal weight loss curves for the two biomass samples at 10°Cmin⁻¹ under nitrogen atmosphere thereby showed thermal behavior similarity to each other. Three distinct weight loss stages were identified that concretized the research objective.

The results of the ultimate analysis of carbon, hydrogen, oxygen, and low heat value are listed in Table 2.

Table 2. Ultimate and Elemental analyses of Maize Cobs and Palm Kernel Shell

Characteristics	Maize Cob	Palm Kernel Shell
Carbon (%-dry Basic)	47.6	48.8
Hydrogen (%-dry basic)	5.3	6.2
Oxygen (%-dry basic)	42.8	44.3
Low Heat Value	16.4	18.5

The ultimate analysis showed that clean hydrogen gas in PKS (6.2 %) is higher than 5.3 % of maize cob. In terms of carbon contents that support combustion, PKS has 48.8 % whereas maize cob has 47.6 %. PKS with 44.3 % is more combustible than 42.8 % of maize cob. The heat value of PKS with 18.5 MJ/kg showed superior over maize cob of 16.4 MJ/kg

The thermal degradation of PKS and maize cob biomass in an inert atmosphere is tabulated as contained in Table 3.

Table 3. Thermal Degradation of Biomass in Inert Environment

Characteristics	Maize Cob	Palm kernel shell
Carbon (%-dry Basic)	47.6	48.8
Hydrogen(%-dry)	5.3	6.2
Oxygen (%-dry basic)	42.8	44.3
Low Heat Value	16.4	18.5

Hydrogen piqued the interest in simple local power-generating methods. A good substitute for fossil fuels has been suggested. Table 3 shows both data in an inert environment revealed carbon content of biomass lower than 50 % in both cases

whereas PKS would burn higher than maize cob with 48%/47.6% carbon, 6.2%/5.3% hydrogen, 44.3%/42.8% Oxygen, and 18.5%/16.4% heat value respectively.

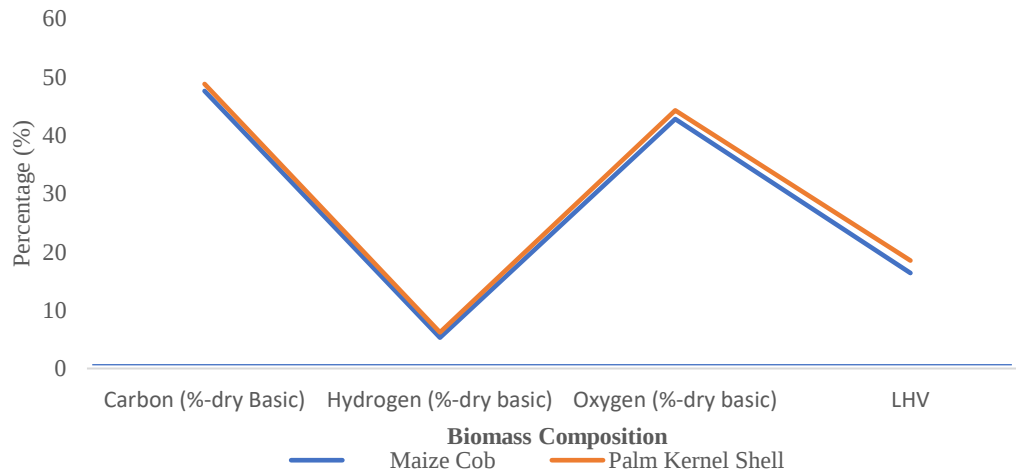


Fig. 2. Graph of Biomass Composition and Heat Content

The dual biomass was observed in an inert atmosphere and the results presented in Figure 4 that, the water loss content in corn cob is less than of PKS. The carbon content of biomass is lower than 50 % in both cases whereas PKS would burn higher than maize cob with 48%/47.6% carbon, 6.2%/5.3% hydrogen, 44.3%/42.8% Oxygen, and 18.5%/16.4% heat value respectively. This implies that the thermal capacity of PKS for combustion as fuel is high.

Table 4. Thermal Degradation of Biomass in Air Environment

Samples	Water Loss (%)	Temperature (°C)	Weight loss (%)	Temperature (°C)	Weight (%)	Residue (%)
Corn Cob	8.6	200 - 300	72	340 -500	7.5	4.0
PKS	9.0	200 - 300	76	340 - 500	9.4	2.1

Table 4 shows the dual biomass in the air environment that, water loss content in corn cob with 8.6 % is less compared with 9.0 % of PKS. The residue weight loss in thermal degradation of 4% corn cob is much higher in residue weight to 2.1% PKS. This implies that the thermal capacity of PKS for combustion as fuel is high.

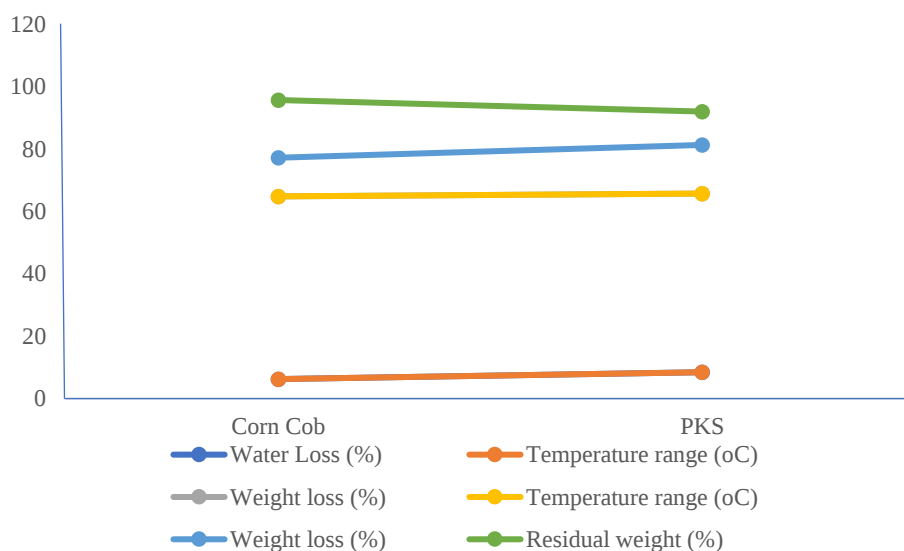


Fig. 3. Graph of Biomass Weight Loss and Temperature in Nitrogen Environment

The total weight loss was found high in PKS to be 57.3% and 58.6% as indicated in Figure 5. At a temperature range of 200 – 300°C, OKS has a weight loss of 8.4%, 6.2% of maize cob whereas at 350 – 800°C, PKS lost 15.6% and maize cob 12.4%. It implies that weight loss in a nitrogen environment favour corn cob than PKS.

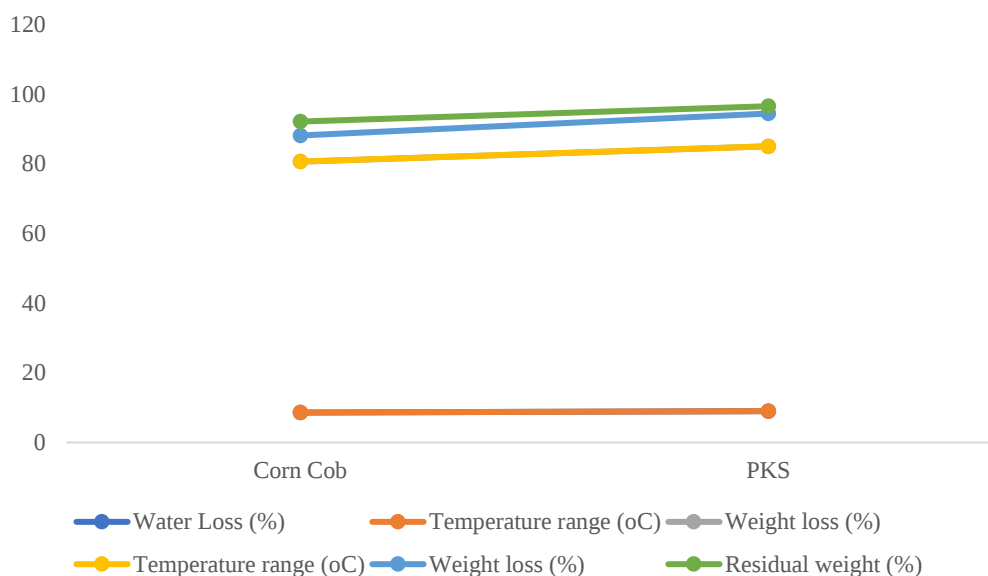


Fig. 4. Weight in Air Environment

Figure 6 revealed variations in weight losses in PKS (9 - 9.4%) and maize cobs (7.5 - 8.6%) at different temperatures. The total amount of weight loss in PKS is more than that of maize cob. This indicates a high degree of flammability of PKS over maize cob.

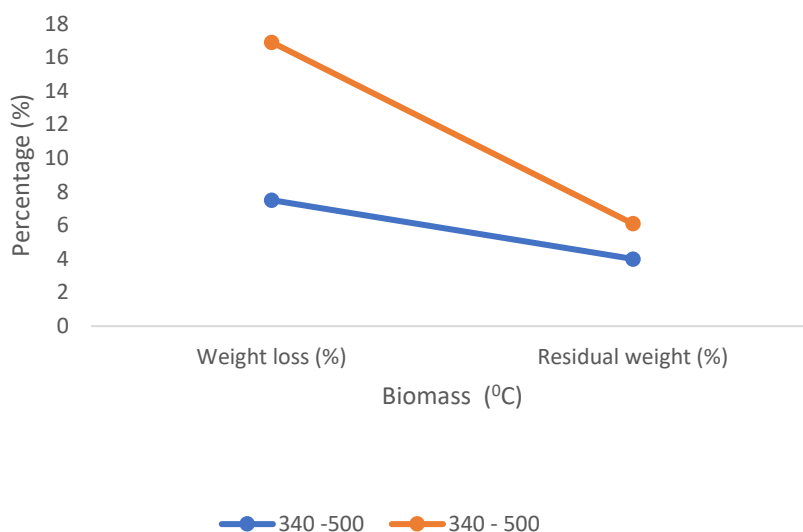


Fig. 5. Biomass Weight Loss and Residual Weight in Air Environment

Figure 7 shows a comparison between the weight loss and residues of the biomass. Corn cob had a 2% loss in weight over PKS whereas 76% PKS residual makes its heat value heavier than the 72% weight loss of maize cob.

3.1 SOCIO-ECONOMIC IMPORTANCE OF MAIZE COBS AND PALM KERNEL SHELL PALLETS

3.1.1 MAIZE COBS AND PELLETS

Figure 8 displays the various grain sizes of ground pallets and corn cobs [17].

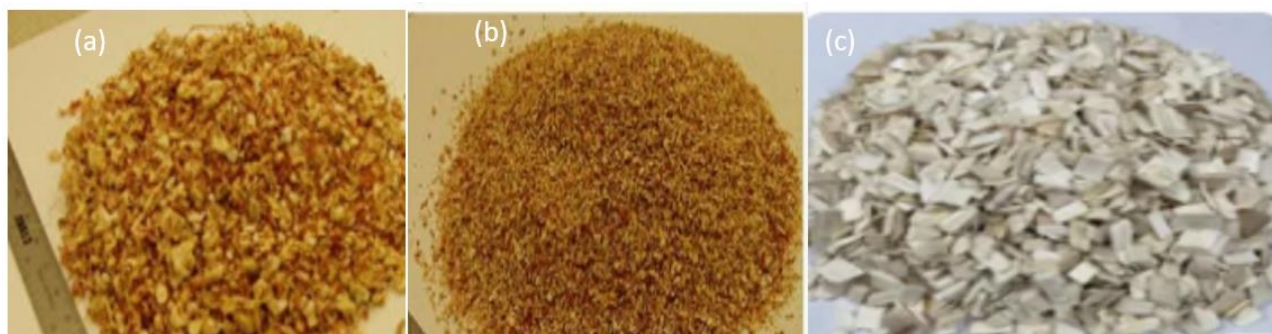


Fig. 6. Grounded Maize cobs and Pallets (a) Corn cob Ground (size 2.81 mm) (b) Corn cob Ground (size 0.85 mm) (c) Corn Cob Pallets

The following application areas for improvement in awareness and novelty technologies were highlighted among the socio-economic relevance [9, 22] which are manufacturing of charcoal and animal bedding, industrial heating to boil water, biofuel for residential appliances like stoves, electricity generation to power equipment, grind and wash to manufacture kitty litter, the corncob pipe raw material is used to make bowls for corncob pipes, if coarsely milled, a moderate abrasive that can be used to clean construction surfaces, in tumbling and vibrating finishing machines, metal pieces are cleaned, dried, and polished.

3.1.2 PALM KERNEL SHELL AND PALLETS

Figure 9 depicts the grounded and palletized palm kernel shell, both of which are employed in household and commercial settings [14].



Fig. 7. Ground and Pellets of Palm Kernel Shell

Some of the notable properties and advantages of the PKS are stated below [18]. The Palm kernel shell pellets are of low moisture in nature, PKS pellets are high in heating energy and efficiency, palm kernel shell pellets are easy to handle and store, the PKS pellets are easy to control, and have a broad application, kernel shell pellets are suitable for most boiler grating systems, and the PKS pellets generate low to no smoke during the combustion. The following are practical applications for ground and pelleted palm kernel shells: it added to agricultural soils to improve their properties, the ash is added to animal diets as a mineral supplement, it serves as a substrate for mushroom and crop growth, it is employed as a source of heat to operate machinery and factories, it serves as concrete aggregate, energy source for blacksmithing activities, it is used to purify water in industrial settings, it is utilized to make biochar and activated charcoal, and an alternate fuel source for biomass-based combined heating is palm kernel pellet.

4 CONCLUSION

The oxidative pyrolysis of two waste products from energy crops—palm kernel shells and maize cobs—was used in the study to determine the thermal degradation rate in different media, extract kinetic parameters, and quantify gas emissions and particle matters. The two selected energy crops' physiochemical characteristics, such as moisture content, carbon percentage, ash value, and volatile matter, were compared and contrasted to ascertain which one had the highest heat value and was the most practically and sustainably produced. The results indicated that PKS contains 9.7% more volatile matter than maize cob and has a proximate analysis combustion value of 15.1% for maize cob and 14.4% for PKS carbon. The final study also revealed that PKS had a greater heat value per kilogram than maize cob, which had a heat value of 16.4 MJ/kg, 47.6% Carbon, 5.3% Hydrogen, and 44.3% Oxygen. The goal of the research was to inform anyone interested in generating biomass energy from energy crops about the precise crop sample that has the highest heating value to improve steam or turbine engines that will be used to produce electricity. The findings of both the theoretical and experimental approaches showed that palm kernel has a comparative advantage of having a larger calorific value and is thought to be the best for producing biomass energy.

REFERENCES

- [1] Johnson, J. A., Runge, C. F., Senauer, B., Foley, J. and Polasky, S. (2014). Global agriculture and carbon trade-offs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (34), 12342-12347.
- [2] Anders, C. J. (2010). «Greatest fossil fuels disasters in human history», 2010. [Online], Available at <http://io9.com/5526826/greatest-fossil-fuel-disasters-inhuman-history>, [Accessed 20th April 2015].
- [3] Umair, S. (2017). The Need for Renewable Energy Sources. *International Journal of Information Technology and Electrical Engineering*. ISSN: - 2306-708X.
- [4] Klochkov, D. E. (2017). The comparative analysis of the alternative sources of energy. *Dnevnik Nauki*, 5 (5), pp. 13-15.
- [5] Renewable Energy World, What's Biomass Pellet and Bio-Pellets Species. <https://www.renewableenergyworld.com/2016/05/19/whats-biomass-pellet-and-biopellets-species>.
- [6] Northrop, R. B. and Connor, A. N. (2016). *Ecological Sustainability: Understanding Complex Issues*. London: CRC Press. p548.
- [7] Havard School of Public Health (2012). 'Why we need sustainable energy' <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2012/whysustainable/>
- [8] Mclamb, E. (2011). «Fossil fuels vs. renewable energy resources», 6th September 2011 [Online], Available at <http://www.ecology.com/2011/09/06/fossil-fuelsrenewable-energy-resources/>, [Accessed 20th April 2015].
- [9] Shibu, J., Thallada, B. (2015). *Biomass and Biofuels: Advanced Biorefineries for Sustainable Production and Distribution*. London: CRC Press. Pp.392
- [10] Moll, E. (2015). «Importance of renewable sources of energy» [Online], Available at <http://homeguides.sfgate.com/importance-renewableresources-energy-79690.html>, [Accessed 17th April 2015].
- [11] Joakim, A. and Gronkvist, S. (2019). 'Large-scale Storage of Hydrogen' *Hydrogen Energy Publications LIC, Elsevier* 2019.
- [12] García, R., Pizarro, C. Lavín, A. G. and Bueno, J. L. (2012) «Characterization of Spanish biomass wastes for energy use,» *Bioresource Technology*, vol. 103, no. 1, pp. 249–258, 2012.
- [13] Telmo, C., Lousada, J. and Moreira, N. (2010). «Bioresource technology proximate analysis, backward stepwise regression between gross calorific value, ultimate and chemical analysis of wood,» *Bioresource Technology*, vol. 101, no. 11, pp. 3808-3815, 2010.
- [14] Tumuluru, J.S., Conner, C.C. and Hoover, A.N. (2016). Method to produce durable pellets at lower energy consumption using high moisture corn stover and a corn starch binder in a flat die pellet mill. *J. Vis. Exp.*, 112, pp. 1-13.
- [15] Chouchene, A., Jeguirim, M., Khiari, B., Trouvé, G. and Zagrouba, F. (2009). Thermal degradation behavior of olive solid waste: influence of the particle size and oxygen atmosphere. *Res. Cons. Recycl.*, doi: 10.1016/j.resconrec.2009.04.010
- [16] Samarina1, V., Skufina, T., Samarin, A. and Ushakov, D. (2018). Alternative Energy Sources: Opportunities, Experience, and Prospects of the Russian Regions in the Context of Global Trends. *International Journal of Energy Economics and Policy* | Vol 8 • Issue 2 • 2018140; pp. 140-147.
- [17] Musediq A. S., Babatunde, O. A., Sunday, O. A., Nurudeen, S. L., and Olukayode, O. A. (2019): Experimental Characterization of Maize Cob and Stalk Based Pellets for Energy Use. *Engineering Journal*, Vol 23 Issue 6, ISSN 0125-8281. DOI: 10.4186/ej.2019.23.6.117
- [18] Gondwe, K. J., Chiotha, S. S., Mkandawire, T., Zhu, X., Painuly, J. and Taulo, L. J. (2017). «Crop residues as a potential renewable energy source for Malawi's cement industry,» *Journal of Energy in Southern Africa*, vol. 28, no. 4, pp. 19-31, 2017.

Intégration des objectifs psychomoteurs dans l'enseignement des sciences de la vie de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu

[Integration of psychomotor objectives in the teaching of life sciences from the seventy basic education to the second of the humanities in Bukavu]

Muhunga Matumwabiri Roger

Docteur en Didactique de Biologie, Professeur Associé, Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Bukavu, RD Congo

Copyright © 2024 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 article aimed to determine the rate of integration of psychomotor objectives in the teaching of Life Sciences (SV) from the seventh basic education to the second humanities in Bukavu. Also, it aimed to identify the reasons for inability to formulate said objectives and the intrinsic and extrinsic characteristics of the teacher likely to influence this formulation. The analysis of educational objectives and the questionnaire survey showed that only 38.2% of teachers formulated psychomotor objectives. Lack of a proper teacher guide and lack or insufficient training of teachers were the main reasons. The Chi-square test and univariate logistic regression analysis at the significance level of 0.05 revealed that no intrinsic and extrinsic characteristics of the teacher had a significant relationship with the formulation of psychomotor objectives ($p > 0.05$).

KEYWORDS: integration, psychomotor objective, life sciences, basic education, humanities.

RESUME: Cet article a visé à déterminer le taux d'intégration des objectifs psychomoteurs dans l'enseignement des sciences de la Vie (SV) de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu. Aussi, il a visé à identifier les raisons d'incapacité de formulation desdits objectifs et les caractéristiques intrinsèques et extrinsèques à l'enseignant susceptibles d'influencer cette formulation. L'analyse des objectifs pédagogiques et l'enquête par questionnaire ont montré que seuls 38,2% des enseignants ont formulé des objectifs psychomoteurs. Le manque de guide de l'enseignant approprié et le manque ou l'insuffisance de formation des enseignants en ont été les principales raisons. Le test Chi-deux et l'analyse de régression logistique univariée au seuil de signification de 0,05 ont révélé qu'aucune caractéristique intrinsèque et extrinsèque à l'enseignant n'a eu de lien significatif avec la formulation des objectifs psychomoteurs ($p > 0,05$).

MOTS-CLEFS: intégration, objectif psychomoteur, sciences de la vie, éducation de base, humanités.

1 INTRODUCTION

L'activité motrice influence l'ensemble des composantes de l'évolution globale de l'enfant, que l'on se place d'un point de vue moteur, social, cognitif ou affectif (Lauzon, 1990; De Lievre et Staes, 1993). D'après Rigal (1996), la pratique d'activités motrices peut permettre à l'enfant d'obtenir un niveau de performance optimum de ses fonctions motrices. Ce même auteur ajoute en soulignant que le niveau de performance atteint après entraînement est supérieur à celui atteint par simple maturation.

S'intéressant à la motricité et à la garderie, Folio et Fewell (1983) ont démontré que le programme expérimenté auprès des enfants fréquentant la garderie a des effets significatifs sur l'ensemble des composantes de l'échelle de la motricité globale,

soit les habiletés d'équilibre non-locomotrices, locomotrices et de réception-propulsion d'objets. Ces résultats confirment que la pratique d'activités psychomotrices a une influence sur le développement de l'enfant.

En RD.Congo, l'étude de Muhunga (2021) portant sur l'intégration des objectifs psychomoteurs congruents avec les questions d'évaluation de la septième année de l'éducation de base à la deuxième année des humanités dans l'enseignement des Sciences de la Vie (SV) dans la ville de Bukavu a trouvé que les enseignants de cette discipline accordent peu d'importance aux aspects moteurs, alors que l'enseignement de ces Sciences fait appel aux manipulations. Pour ces enseignants, comme l'a aussi souligné Idrissa (2012) dans son étude portant sur la déperdition et les pratiques enseignantes dans les instituts techniques médicaux à Kinshasa, l'exposé est la méthode de choix pour transmettre la matière. Or, une telle pratique est de nature à ne pas développer les aptitudes motrices chez les apprenants.

Face à ce constat non reluisant, la présente étude vise à déterminer le taux d'intégration des objectifs psychomoteurs en sciences de la vie de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu. Elle vise aussi à d'identifier les raisons d'incapacité de formulation des objectifs psychomoteurs et les caractéristiques intrinsèques et extrinsèques à l'enseignant susceptibles d'influencer cette formulation.

2 MILIEU D'ÉTUDE MATÉRIEL ET MÉTHODOLOGIE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Avec une superficie de 60,29 Km² Bukavu s'étend sur la rive Sud-Ouest du Lac Kivu, et est la capitale (chef-lieu) de la province du Sud-Kivu, en République Démocratique du Congo. Bukavu est situé entre 2° 28' et 2° 33' de Latitude Sud et entre 28° 48' et 28° 53' de Longitude Est et a une altitude moyenne de 1600m comme le montre la figure 1 (Michellier et al., 2015).

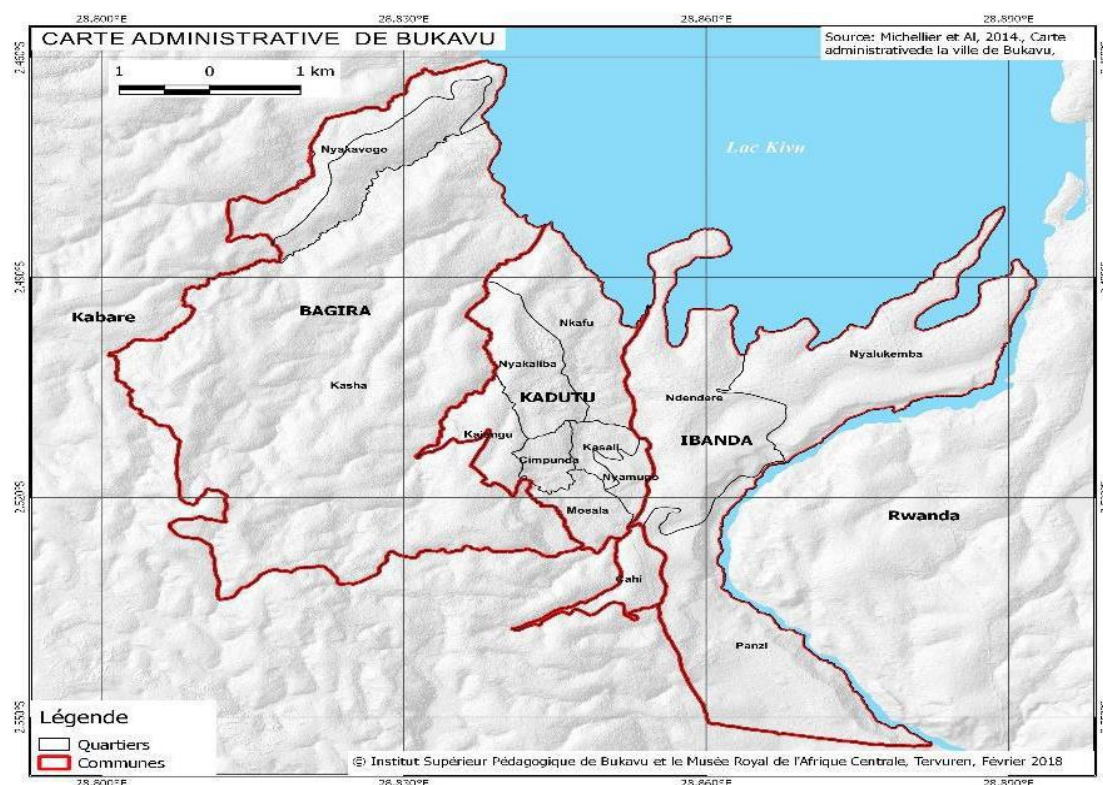


Fig. 1. Découpage administratif de la ville de Bukavu (Michellier et al., 2015)

2.2 MATÉRIEL

Les fiches de préparation et un questionnaire d'enquête ont servi à la récolte des données. Le traitement et l'analyse statistiques ont été possibles grâce au logiciel SPSS.

2.3 MÉTHODOLOGIE

2.3.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON

La population concernée par cette étude était finie. Elle a englobé 395 enseignants dispensant le cours des SV dans la ville de Bukavu. Ces enseignants ont été répartis dans 321 écoles.

La taille de l'échantillon enseignant a été de 102 sujets (soit 25,8%), alors que celle de l'échantillon école a été de 83 écoles (soit 25,8%). Ces pourcentages sont de loin supérieurs à 10% proposés par Depelteau (2000). L'échantillonnage de ces écoles a été fait de manière aléatoire en utilisant la technique de tirage au sort avec remise. Dans chaque école, un ou deux enseignants disponible (s) a (ont) été retenu (s) selon que l'école détenait un à deux enseignant (s) ou plus de deux enseignants.

Les caractéristiques intrinsèques à l'enseignant retenues ont été le sexe, le niveau d'études, l'ancienneté, la formation professionnelle et le cumul des fonctions de l'enseignant. Celles extrinsèques à l'enseignant ont été le régime de gestion de l'école, le guide de l'enseignant, le manuel de l'élève, le matériel didactique et les effectifs des élèves dans la classe.

2.3.2 COLLECTE DES DONNÉES

La collecte des données s'est déroulée en deux étapes:

- (i) La collecte et le dépouillement des fiches de préparation des enseignants

Pour chaque fiche, les objectifs pédagogiques formulés par l'enseignant ont été notés puis analysés de manière descriptive. Cette analyse a consisté à vérifier les verbes utilisés dans leur formulation afin de dégager ceux qui avaient trait aux aspects moteurs.

- (ii) L'enquête au moyen d'un questionnaire a permis de récolter des informations relatives aux raisons d'incapacité de formulation des objectifs psychomoteurs et aux caractéristiques intrinsèques et extrinsèques à l'enseignant susceptibles d'influencer cette formulation

2.3.3 TRAITEMENT ET ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Le traitement statistique des données a été possible grâce au logiciel SPSS. Pour vérifier l'influence des caractéristiques intrinsèques et extrinsèques à l'enseignant sur la formulation des objectifs psychomoteurs, l'étude a recouru au test Chi-deux et au modèle de régression logistique univariée au seuil de signification inférieur ou égal à 0,05 ($p \leq 0,05$).

3 RÉSULTATS

3.1 CAPACITÉ DE FORMULATION DES OBJECTIFS PSYCHOMOTEURS ET PRINCIPALES RAISONS D'INCAPACITÉ ÉVOQUÉES PAR LES ENSEIGNANTS

Il ressort des résultats de l'analyse des objectifs pédagogiques que la majorité des enseignants (soit 61,8% contre 38,2%) n'arrivent pas à formuler des objectifs psychomoteurs des leçons.

Parmi les enseignants qui ne formulent pas ces objectifs, et qui ont constitué la majorité des enquêtés, figurent ceux qui formulent des objectifs autres que psychomoteurs (surtout cognitifs) et ceux qui ne les formulent pas du tout. Dans leur pratique, les enseignants ne visent pas à développer des compétences en termes d'aptitudes motrices chez les apprenants. Autrement dit, ils n'amènent pas ces derniers à développer des compétences ayant trait au domaine psychomoteur. Ceci a comme conséquence la baisse de la qualité de l'enseignement.

Diverses raisons d'incapacité de formuler des objectifs psychomoteurs ont été évoquées par les enseignants. Il s'agit, principalement, du manque de guide de l'enseignant approprié (tel qu'évoqué par 76,5% des enseignants enquêtés) et du manque ou de l'insuffisance de formation en la matière (d'après 33,3% des enquêtés). Pour 16,7%, l'incapacité de formuler des objectifs psychomoteurs est liée à la non maîtrise de la notion d'objectif psychomoteur.

3.2 INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES À L'ENSEIGNANT SUR LA FORMULATION DES OBJECTIFS PSYCHOMOTEURS

3.2.1 TEST CHI-DEUX

Avec $p > 0,05$, le tableau 1 montre qu'il n'existe pas de lien significatif entre les différentes caractéristiques intrinsèques à l'enseignant et la formulation des objectifs psychomoteurs. Cela signifie que, quelle que soit la caractéristique intrinsèque à l'enseignant considérée, les enseignants formulent de la même façon les objectifs psychomoteurs. Cet état des choses s'expliquerait, non seulement, par le fait que ces enseignants n'ont pas été initiés à la formulation desdits objectifs au cours de leur cursus scolaire ou académique, mais aussi ne bénéficient pas de formation continue. D'où l'impératif d'intégrer de manière express cette formation dans leur cursus scolaire ou académique et d'organiser des séminaires de formation à leur intention.

Tableau 1. *Résultats du test Chi-deux issus du croisement des caractéristiques intrinsèques à l'enseignant avec la formulation des objectifs psychomoteurs*

Caractéristiques intrinsèques à l'enseignant	Modalités	ddl	χ^2	p-value
Sexe	Masculin	1	1,9409	0,164
	Féminin			
Niveau d'études	D6	2	5,7846	0,055
	G3			
	L2			
Domaine	Biologie	1	0,1868	0,666
	Autre			
Ancienneté	≤3ans	1	0,0008	0,978
	>3ans			
Formation professionnelle	Reçue	1	0,0183	0,892
	Non reçue			
Cumul des fonctions	Une école	1	1,8733	0,176
	Pus d'une école			

Légende:

D6: Diplômé des humanités

G3: Gradué

L2: Licencié

« Autres »: englobe les Sciences Infirmières, l'Agronomie et le Développement Rural.

3.2.2 MODELE DE REGRESSION LOGISTIQUE UNIVARIEE

Le tableau 2 révèle qu'il n'existe pas de lien significatif entre les différentes caractéristiques intrinsèques à l'enseignant et la formulation des objectifs psychomoteurs ($p > 0,05$). Cela veut dire que, quelle que soit la caractéristique intrinsèque à l'enseignant considérée, les enseignants formulent de la même façon les objectifs psychomoteurs. Des tels résultats qui corroborent ceux du test Chi-deux s'expliqueraient par le fait que non seulement ces enseignants n'ont pas été initiés à la formulation desdits objectifs au cours de leur cursus scolaire ou académique, mais aussi ne bénéficient pas de formation continue. D'où l'impératif d'intégrer de manière express cette formation dans leur cursus scolaire ou académique et d'organiser des séminaires de formation en la matière à leur intention.

Tableau 2. Résultats du modèle de régression logistique univariée

Caractéristiques intrinsèques à l'enseignant	Modalités	ddl	χ^2	p-value
Sexe	Masculin	1	2,08	0,1488
	Féminin			
Niveau d'études	D6	2	5,94	0,0514
	G3			
	L2			
Domaine	Biologie	1	0,19	0,6647
	Aure			
Ancienneté	≤3ans	1	0,00	0,9781
	>3ans			
Formation professionnelle	Reçue	1	0,02	0,8921
	Non reçue			
Cumul des fonctions	Une école	1	1,89	0,1697

3.3 INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES EXTRINSEQUES À L'ENSEIGNANT SUR LA FORMULATION DES OBJECTIFS PSYCHOMOTEURS

3.3.1 TEST CHI-DEUX

Il n'existe pas de lien significatif entre les caractéristiques extrinsèques à l'enseignant (régime de gestion de l'école, guide de l'enseignant, manuel de l'élève, matériel didactique et effectifs des élèves dans la classe) et la formulation des objectifs psychomoteurs ($p>0,05$), au vu du tableau 3.

Cela revient à dire que, quelle que soit la caractéristique extrinsèque à l'enseignant prise en compte, les enseignants formulent de la même façon les objectifs psychomoteurs. Cet état des choses s'expliquerait par le fait que, soit les écoles ne s'impliquent pas suffisamment dans l'encadrement des enseignants sur les objectifs psychomoteurs, soit ces enseignants ne mettent pas suffisamment à profit les ressources disponibles des écoles, ou soit encore ces ressources ne sont pas adaptées ou tout simplement n'existent pas.

Tableau 3. Résultats du test Chi-deux issus du croisement des caractéristiques extrinsèques à l'enseignant avec la formulation des objectifs psychomoteurs

Caractéristiques extrinsèques à l'enseignant	Modalités	ddl	χ^2	p-value
Régime de gestion	Conventionné	2	1,8356	0,399
	Non conventionné			
	Privé agréé			
Guide de l'enseignant	Existe	1	0,072	0,932
	N'existe pas			
Manuel de l'élève	Existe	1	0,6458	0,422
	N'existe pas			
Matériel didactique	Existe	1	0,0101	0,920
	N'existe pas			
Effectifs des élèves	≤30	1	0,9265	0,336
	>30			

3.3.2 MODELE DE REGRESSION LOGISTIQUE UNIVARIEE

Les résultats du modèle de régression logistique univariée montrent qu'il n'existe pas de lien significatif entre les caractéristiques extrinsèques à l'enseignant et la formulation des objectifs psychomoteurs ($p>0,05$).

Cela revient à dire que, quelle que soit la caractéristique extrinsèque à l'enseignant prise en compte, les enseignants formulent de la même façon les objectifs psychomoteurs. Comme pour le test Chi-deux, cet état des choses s'expliquerait par le fait que, soit les écoles ne s'impliquent pas suffisamment dans l'encadrement des enseignants sur les objectifs

psychomoteurs, soit ces enseignants ne mettent pas suffisamment à profit les ressources disponibles des écoles, ou soit encore ces ressources ne sont pas adaptées ou n'existent pas.

Tableau 4. Résultats du modèle de régression logistique univarié

Caractéristiques extrinsèques à l'enseignant	Modalités	ddl	χ^2	p-value
Régime de gestion	Conventionné	2	1,85	0,3973
	Non conventionné			
	Privé agréé			
Guide de l'enseignant	Existe	1	0,01	0,9324
	N'existe pas			
Manuel de l'élève	Existe	1	0,64	0,4223
	N'existe pas			
Matériel didactique	Existe	1	0,01	0,9201
	N'existe pas			
Effectifs des élèves	≤30	1	0,91	0,3390

4 DISCUSSION

Il est ressorti de cette étude que la majorité des enseignants ne formulent pas des objectifs psychomoteurs. Divers auteurs antérieurs, notamment Mathy (1997), Ntambo (2012) et Muhunga (2021) ont déjà abouti aux résultats similaires en concluant que la majorité des objectifs formulés par les enseignants se rapportaient au domaine cognitif, et surtout aux niveaux inférieurs de ce domaine qui ne sont pas de nature à développer des compétences, en général, et des aspects moteurs, en particulier.

Aussi, l'étude a montré qu'aucune caractéristique intrinsèque et extrinsèque à l'enseignant n'a influencé de manière significative la formulation des objectifs psychomoteurs.

En effet, pour le sexe, l'UNESCO (2003) et Muhunga (2021) ont trouvé qu'aucune relation entre le sexe et les performances des enseignants n'a été observée. Contrairement à ces résultats, Jarousse et Mingat (1989), Barahinduka (2006) ont plutôt trouvé que le sexe a influencé de manière significative ces performances.

Concernant le niveau d'études, les résultats de cette étude ont corroboré ceux de Demeuse et al. (2005), Bernard (2007). Par contre, Michaelowa (2001), Kantabaze (2010) ont montré que le niveau d'études influait de façon significative sur les performances des enseignants et en conséquence sur l'avancement des élèves. Quelle que soit cette divergence des résultats, un certain niveau de formation académique doit être requis pour transmettre le savoir et le savoir-faire aux élèves. Face aux enseignants de moindres compétences académiques, les élèves auront du mal à apprendre ou apprendront très peu.

Le domaine de formation est une caractéristique qui est peu étudiée ailleurs au monde par le fait que ce sont des enseignants spécialistes en la matière qui dispensent le cours. En RD.Congo où cette étude a été réalisée, existe une diversité de spécialités enseignant le cours des SV. Parmi les rares études y relatives, retenons celle réalisée par Muhunga (2016) qui a abouti aux résultats significatifs contredisant ceux de la présente étude. Nous pensons que les résultats de ce dernier sont logiques dans la mesure où le spécialiste en la matière ne devrait pas avoir les mêmes compétences que le non spécialiste.

Par rapport à l'ancienneté, Kantabaze (2006) et Bernard (2007) ont montré qu'il n'y avait pas de lien statistiquement significatif entre l'ancienneté des enseignants et leurs performances. A l'inverse, Rivkin et al. (2005), Bressoux et al. (2006) ont montré que l'ancienneté de l'enseignant semblait avoir un impact significatif positif sur les performances des enseignants.

Il est connu que l'ancienneté constitue une des caractéristiques de l'enseignant qui influence les performances scolaires. Toutes choses étant égales par ailleurs, un enseignant expérimenté devrait être plus performant qu'un enseignant débutant.

Les études menées par Bressoux et al. (2006), Bernard (2007) ont révélé que la formation professionnelle n'influait pas de façon significative les performances des enseignants. A l'inverse, Lockheed et Vespoo (1991), Anderson (2004) ont reconnu l'effet significatif positif de la formation professionnelle. Malgré cette divergence des résultats, nul n'ignore que les enseignants formés sont meilleurs par rapport à leurs collègues qui ne sont pas formés.

Comme pour le domaine de formation, les études en rapport avec le cumul des fonctions sont rares par le fait que le cumul au niveau de l'enseignement secondaire n'est pas très sensible ailleurs au monde. En RD.Congo, où ce cumul est notable, la

documentation y relative est pauvre. Les résultats de cette étude ont divergé de ceux de PASEC (2012) qui a trouvé un effet significatif en Côte d'Ivoire. Quoi qu'il en soit, un enseignant non cumulard devrait être plus performant que son collègue cumulard car ayant tout son temps pour s'autoformer.

Dans son étude, Kantabaze (2010) a abouti aux résultats non significatifs pour le régime de gestion, alors que Barahinduka (2006) et Kantabaze (2006) ont trouvé des résultats significatifs au Burundi. Il en est de même pour Muhunga (2016) qui a trouvé des résultats positifs à Bukavu. Malgré cette divergence des résultats, les régimes de gestion se diffèrent par des ressources humaines et matérielles et par la sélection opérée au moment du recrutement des enseignants.

Pour PASEC (2012), l'utilisation du guide n'a pas été corrélée avec les performances des enseignants. Par contre, Banque Mondiale (1992) et Verspoor (2005) ont montré que la présence et l'utilisation du guide de l'enseignant constituent un atout favorable pour la performance scolaire des enseignants.

En effet, la possession du guide est un atout qui devrait faire la différence entre les enseignants car il prévoit les compétences pédagogiques de base, la méthodologie d'enseignement et les questions d'évaluation.

Concernant le manuel de l'élève, l'effet non significatif a aussi été trouvé chez Jarousse et Mingat (1989), Diambomba et al. (1996). Par contre des résultats positifs ont été trouvés par Verspoor (2005) et Kantabaze (2006).

Contrairement aux résultats de cette étude, Psacharopoulos et Woodhall (1988), Brossard (2003) ont démontré l'influence significative positive qu'exerce le matériel didactique comme ressource matérielle mobilisée par les écoles sur la performance des enseignants. En effet, l'importance du matériel didactique dans le processus enseignement-apprentissage n'est plus à démontrer car il rend les apprentissages plus concrets.

Quant aux effectifs des élèves dans la classe, les résultats d'une étude menée par Barahinduka (2010) ont aussi montré que ces effectifs n'ont pas influencé les performances scolaires, alors qu'en 2001, Angrist et Lavy ont observé que l'effet de la taille de la classe était significatif et négatif. Tout compte fait, les effectifs normaux facilitent l'apprentissage, alors que les classes pléthoriques rendent difficile l'apprentissage.

5 CONCLUSION

Cette étude a porté sur l'intégration des objectifs psychomoteurs en sciences de la vie de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu.

Les objectifs suivants ont été assignés à l'étude:

- Déterminer le taux d'intégration des objectifs psychomoteurs en sciences de la vie de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu;
- Identifier les raisons d'incapacité de formulation des objectifs psychomoteurs et les caractéristiques intrinsèques et extrinsèques à l'enseignant susceptibles d'influencer cette formulation.

Les résultats ont montré un faible taux d'intégration des objectifs psychomoteurs dans l'enseignement des sciences de la vie de la septième éducation de base à la deuxième des humanités à Bukavu (38,2%). Le manque de guide de l'enseignant approprié et le manque ou l'insuffisance de formation des enseignants ont été les principales causes de l'incapacité de formulation de ces objectifs. Les différentes caractéristiques intrinsèques et extrinsèques à l'enseignant prises en compte n'ont pas influencé de façon significative la formulation de ces objectifs ($p > 0,05$).

Pour une meilleure intégration desdits objectifs, nous recommandons de disponibiliser le guide approprié aux enseignants, de prévoir de manière express la formation initiale des étudiants sur la formulation des objectifs psychomoteurs par les enseignants de Didactique spéciale et d'organiser des séances de formation continue à l'intention des enseignants sur les approches pédagogiques innovantes, notamment l'approche par compétences et l'approche par situations.

REFERENCES

- [1] ALTINOK, N. (2006). Les sources de la qualité de l'éducation, In C. Bourreau Dubois et B. Jeandidier (Eds.), Economie Sociale et Droit. Economie Sociale et solidaire, Famille et éducation, Protection sociale, Actes des XXVI^{èmes} Journées de l'AES, Paris, L'Harmattan, pp. 163-176.
- [2] ANGRIST, J.D. et LAVY, V. (2001). Does Teacher Training Affect Pupil learning? Evidence from Matched Comparisons in Jerusalem Public Schools, In *Journal of Labor Economics*, 19, n°2, pp. 343-369.
- [3] BANQUE MONDIALE (1992). L'enseignement primaire: document de politique générale, Washington.

- [4] BARAHINDUKA, E. (2006). Les déterminants de la réussite. Le cas du Concours National à la fin de la scolarité primaire au Burundi, Mémoire de Master inédit en Sciences de l'Education, Dakar, Sénégal, Université Cheikh Anta DIOP Dakar.
- [5] BARAHINDUKA, E. (2010). Les déterminants de l'efficacité des enseignants. Le cas du test cantonal à la fin de la scolarité primaire du Burundi, Thèse de doctorat inédite en Sciences de l'Education, Dakar, Sénégal Université Cheikh Anta Diop Dakar.
- [6] BERNARD, J. M. (2007). La fonction de production éducative revisitée dans le cadre de l'Education Pour Tous en Afrique subsaharienne: Des limites théoriques et méthodologiques aux apports à la politique éducative, Thèse de doctorat inédite en Sciences de l'Education, France, Université de Bourgogne.
- [7] BRESSOUX, P., KRAMARZ, F. et PROST, C. (2006). Teachers' training, class size and students' outcomes: evidence from third grade classes in France, In *Conference on education, training and the evolving workplace* (Vancouver, 12-13 may 2006). Team for advanced research on globalisation, education, technology (TARGET) and the national research data centre program.
- [8] BROSSARD, M. (2003). Rétention, redoublement et qualité dans les écoles publiques primaires béninoises. Quel diagnostic ? Quelles pistes de politiques éducatives Dakar, Pôle de Dakar.
- [9] DE LIEVRE, B. et STAES, L. (1993). La psychomotricité au service de l'enfant. Bruxelles: De Boeck.
- [10] DEMEUSE, M., STRAETEN, M. H., NICAISE, T. et MOUTOUL, A. (2005). Vers une école juste et efficace. 26 contributions sur les systèmes éducatifs d'enseignement et de formation, Bruxelles, De Boeck.
- [11] DEPELTEAU, F. (2000). La démarche d'une recherche en sciences humaines, Paris, De Boeck Université.
- [12] DIAMBOMBA, M., QUELLET, R., MOISSET, J.J. et BOUAZZAOUI, H.E. (1996). Les déterminants de la réussite au Congo: enquête sur les causes du faible rendement de l'enseignement primaire au Congo, Québec, CERPS.
- [13] FOLIO, R. M. et FEWELL, R. R. (1983). Peabody developmental motor scales and activity cards. Texas: D. M. Teaching Resources.
- [14] IDRISSE, A. (2012). Déperdition scolaire et pratiques enseignantes dans les Institut Techniques Médicaux à Kinshasa, Thèse de doctorat inédite en Didactique de Biologie, Kinshasa-RD.Congo, Université Pédagogique Nationale.
- [15] JAROUSSE, J. P. et MINGAT, A. (1989). Les effets des conditions d'enseignement sur les acquisitions des élèves à l'école primaire: le cas du Togo, Dijon, IREDU.
- [16] KALAMO, A. (2011). Des déterminants des performances scolaires à la fin de l'enseignement élémentaire au Sénégal: Cas de l'Inspection Départementale de l'Éducation de Vélingara, dans la région de Kolde, Mémoire de master en Education et Formation, Sénégal, Université Cheikh Anta Diop Dakar.
- [17] KANTABAZE, P.C. (2006). Déperditions scolaires dans les pays en voie de développement: Analyse à travers le cas du Burundi, Mémoire de DEA inédit en Sciences de l'Education, Sénégal, Université Cheikh Anta Diop Dakar.
- [18] KANTABAZE, P.C. (2010). Déperdition scolaires dans le secteur de l'élémentaire au Burundi: cas de la Mairie de Bujumbura, Thèse de doctorat inédite en Sciences de l'Education, Sénégal, Université Cheikh Anta Diop Dakar.
- [19] LAUZON, F. (1990). L'éducation psychomotrice, Québec Presses de l'Université du Québec.
- [20] MATHY, P. (1997). Donner du sens aux cours de sciences: des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants, Paris-Bruxelles, De Boeck Université.
- [21] MICHALAELOWA, K. (2001). Primary education quality in francophone subsahara africa: determinants of learning achievement and efficiency considerations, In *World develeoppement*, 29, pp. 1699-1716.
- [22] MICHELLIER, C., KULIMUSHI, M., KADEKERE, K., LAGHMOUCH, M. et KERVYN, F. (2015). Carte administrative de la ville de Bukavu, Tervuren, Musée Royal de l'Afrique Centrale.
- [23] MOHAMED, A.M. (2000). Les facteurs explicatifs du rendement scolaire dans les Ile Comores: La contribution des enseignants des classes de CM1 et de CM2, Thèse de doctorat. inédite en Sciences de l'Education, Québec, Universté de Montréal.
- [24] MUHUNGA, M. (2016). Congruence entre les objectifs pédagogiques et les questions d'évaluation chez les enseignants des sciences naturelles en première et en deuxième années de l'enseignement secondaire à Bukavu, Kinshasa-RD. Congo, Mémoire de DEA inédit en Didactique de Biologie, RD. Congo, ISP-Bukavu.
- [25] MUHUNGA, M. (2021). Intégration des objectifs psychomoteurs congruents avec les questions d'évaluation dans l'enseignement des Sciences de la Vie de la septième année de l'Education de Base à la deuxième année des Humanités à Bukavu: Plaidoyer pour une formation continue des enseignants sur les approches pédagogiques innovantes, Thèse de doctorat inédite en Didactique de Biologie, Kinshasa-RD. Congo, Université Pédagogique Nationale.
- [26] NTAMBO, K. (2012). Analyse des écarts et des niveaux de congruence entre les objectifs de formation et les outils d'évaluation dans l'enseignement de grands groupes de premières années universitaires (Enquêtes menées à l'Université de Kinshasa 1985-2004), Thèse de doctorat inédite en Psychologie et Sciences de l'Education, RD.Congo, Université de Kinshasa.

- [27] PASEC. (2012). Améliorer la qualité de l'éducation au Tchad: quels sont les facteurs de réussite ? Evaluation diagnostique PASEC-CONFEMEN en deuxième et cinquième du primaire pour l'année scolaire 2009-2010, Dakar, PASEC-CONFIMEN.
- [28] PSACHAROPOULOS, G. et WOODHALL, M. (1988). L'éducation pour le développement. Une analyse des choix d'investissement, Paris, Economica.
- [29] RIGAL, R. (1996). Motricité humaine (Tome 2), Québec, Presses de l'Université du Québec.
- [30] RIVKIN, S. G., HANUSHEK, E. et KAIN, J. (2005). Teachers, Schools and Academic Achievement, In *Econometrica*, Vol. 73, n° 2, pp. 417-458.
- [31] UNESCO. (2003). Genre et éducation pour tous: le Paris de l'égalité. Rapport mondial de suivi sur l'EPT 2004. UNESCO.
- [32] VERSPOOR, A. M. (2005). Le défi de l'apprentissage: améliorer la qualité de l'éducation de base en Afrique subsaharienne, Paris, L'Harmattan.

Théorie de la subsistance de l'entreprise

[Sustainability Theory of Business]

Ketha Unencan Jonas

Institut Supérieur de Commerce, Bunia, ITURI, RD Congo

Copyright © 2024 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 added value of the company is distributed among the stakeholders: staff, capital providers, etc. shareholder remuneration determines the efforts of managers. The low remuneration pushes them to withdraw and the absence of entrepreneurial spirit on the part of the employees is that they do not perceive that their own performance depends on that of the company. However, the surrounding world is defined by equivalent interest. The presence of capital debt in the entity. The theory of subsistence of the company is the fact that at the beginning of the activities, the entity is in a state of insufficiency following the various debts including the equity, it will pass to the possession only after the clearance for the sharing. Correct knowledge of possession within entities.

The financial state of the company would be in insufficiency at the start and then the elimination of this, making them smaller and smaller for another point of growth: ownership. And correcting employee inefficiency is justified by the slogan «it's for them». We can be greater when we come together.

The solution is group agreement. The entity is the fruit of the organization: collective cleanliness to be exploited collectively. The loss can therefore only be overcome by collective tightening and organizational solidarity and the life of the entity in the event of loss is the loan or aid, while waiting for the situation to improve and be reconstituted.

Profit as a driving force. Profit goes with individualism, which goes to everyone. So, live together to produce.

KEYWORDS: Subsistence, insufficiency, conservation, possession, sharing.

RESUME: La valeur ajoutée de l'entreprise est répartie entre les parties prenantes: le personnel, les apporteurs de capitaux... la rémunération des actionnaires conditionnent l'effort des dirigeants. La faible rémunération les pousse au retrait et l'absence d'esprit d'entreprise de la part des salariés est qu'il ne perçoit pas que leur propre performance dépend celle de l'entreprise. Or, le monde environnant se définit à l'intérêt équivalent. La présence dette capitale dans l'entité.

La théorie de subsistance de l'entreprise est le fait qu'au début des activités, l'entité est en état de l'insuffisance suite aux différentes dettes y compris les fonds propres, elle passera à la possession qu'après l'apurement pour le partage. Corriger les connaissances en matière de possession au sein des entités.

L'état financier de l'entreprise serait dans l'insuffisance au départ puis l'élimination de celle-ci, les rendant de plus en plus petit pour un autre point de l'accroissement: la possession. Et corriger l'inefficacité de salarié se justifie par le slogan « c'est pour eux ». On peut être plus grand quand on s'associe.

La solution est l'entente du groupe. L'entité est le fruit de l'organisation: propreté collective à exploiter collectivement. La perte ne peut donc être surmonté que par le resserrement collectif et de la solidarité organisationnelle et la vie de l'entité en cas de perte sont l'emprunt ou de l'aide, en attendant que la situation s'améliore et soit reconstitué.

Le profit comme moteur. Le profit va avec l'individualisme, qui va à tout le monde. Donc, vivre ensemble pour produire.

MOTS-CLEFS: Subsistance, insuffisance, conservation, possession, partage.

1 INTRODUCTION

La notion de la subsistance de l'entreprise, est globale à toutes les organisations des hommes et des sociétés et ne peut qu'être réduit. Elle doit être abordée d'une manière approfondie, capable d'expliquer, d'analyser et d'éclairer le problème à l'origine et les conséquences causées par sa présence ou son absence. Montrer ainsi le lien qui existe entre ce dernier et l'autonomie. Analyser les formes, les nuances, les usages, qui fixent sa complexité.

L'entreprise constitue une unité de production de valeur et un centre de répartition de revenus. L'entreprise répartit les revenus issus de la production, la valeur ajoutée, entre trois parties prenantes : le personnel, les administrations et les apporteurs de capitaux (C. Mouilleseaux, 1997). Mais, elles manquent dans leurs plans, celui de remboursement des capitaux propres. Alors que, les dettes maintiennent les entreprises dans une dépendance totale vis-à-vis des apporteurs.

Etant donné que, l'enrichissement et la rémunération des actionnaires conditionnent l'effort de l'entreprise, les dirigeants des entreprises font tous pour satisfaire les actionnaires. Car la faible rémunération des apporteurs de capitaux, les poussent au retrait de leurs apports qui handicapes ainsi le fonctionnement de l'entreprise d'une part, sans oublier la réalisation de la perte par l'entité qui ne pas une source de joie pour les actionnaires d'autre part. Parce qu'elle fragilise leurs avoirs dans le cas où la réserve ne peut y faire face par contribution pour combler de vide des ressources selon la nécessité.

Une des raisons du manque d'efficacité de l'entreprise africaine, la plus importante sans doute, et qui probablement résume toutes les autres, est l'absence d'esprit d'entreprise de la part des salariés. C'est ce qu'ont dit constamment les chefs d'entreprise que nous avons rencontrés lors de nos visites. Il apparait en effet extrêmement difficile de faire percevoir aux salariés le fait que de leur propre performance dépend celle de l'entreprise (C. Mouilleseaux, 1997). Sans oublier que, le contact avec le monde environnant se définit à l'intérêt équivalent. Notre corps est la perspective privilégiée pour organiser notre espace, puis après, nous situons notre mouvement aux autres objets (Newton).

La performance de l'entreprise est évoquée malgré la présence de dette capitale. Or, tant qu'il y aurait des dettes sous quelques formes que soit, on ne peut pas parler de l'acquisition de valeur ajoutée et procéder au partage de bénéfice qu'après les paiements total des dettes (passif) y compris le remboursement total du capital car, pour partager, il faut posséder, or la possession signifie, vous avez, ce qui existe, il y a, qui se multiplie. Autrement dit, les dettes doivent fonctionner dans l'immédiat puis viennent au repos et cesse de contribuer.

Pour atténuer les effets, le bénéfice de l'entreprise peut faire l'objet du partage après la disparition des dettes y compris les apports. Ceci épargnera l'entité de la dépendance, du caprice des apporteurs, de la prise en charge de perte et exciter la motivation du personnel.

L'entreprise doit être un lieu favorable au commerce, un lieu de liberté qui s'administrer sous deux principes : partage de moyens de subsistance et un lieu de la joie commune. Un lieu qui favorise le mieux la rencontre sociale car se difficile de marcher sur le même chemin sans la confiance, il faut faire croire l'importance aux parties prenantes.

Il n'est pas bon pour une organisation de favoriser une partie prenante aux dépens des autres car cela entraîne la jalousie, nous devons toujours avoir sans cesse l'intention de délivrer pour ramener. Mettre fin aux hostilités, garder, soigner et constituer les richesses propres pour l'entité, se mettre d'accord sur la faisabilité car accumuler les richesses seul pour les actionnaires valut beaucoup de problèmes et, devient un piège pour l'organisation.

L'amour de l'argent est la cause de toutes sortes de maux (1 Timothée 6.9-10). Pour la question d'argent tous deviennent égoïstes. Il faut une solution de paix du passé de l'entreprise, pour commencer la préparation à la rencontre de l'avenir incertain. Cela diminuera l'influence des apporteurs et au même moment contribuera à la protection des actionnaires face au menace de la perte successive réalisée par les entreprises et leurs impacts sur les apports. Mais aussi créera un équilibre interne entre les parties. L'entreprise ne sera plus un espace de dettes et d'avoir mais celui de possession et du partage de bénéfice. Il s'agit de recherche ou reprise d'autonomie. Eviter sa disparition est l'un de souci permanent pour la possession de revenu et sa protection. Car l'entreprise en rupture de financement peut vouloir se distancier d'un certain type de parties prenantes et vouloir parallèlement créer d'autres formes de liens pour l'équilibre. L'entreprise devient ainsi, un ensemble de rapports économique.

Les organisations qui réussissent mieux ont l'avantage. L'avantage est le fruit de souplesse/valeur perçue- que l'organisation a pu construire grâce aux ressources et compétences qu'elle a accumulées au cours du temps (STRATEGOR 2009).

Selon le courant de ressources, pour l'organisation, l'analyse stratégique devrait avant tout chercher à déterminer le potentiel concurrentiel des différentes ressources que l'organisation possède ou contrôle. Barney, définit l'organisation comme un ensemble coordonné de ressources particulières qui déterminent ses marges de manœuvre stratégiques.

En effet, toutes les ressources et compétences de l'organisation n'ont pas la même valeur concurrentielle, et l'élaboration de toute stratégie doit s'appuyer sur une utilisation intelligente de certaines ressources et aptitudes présentes au sein de l'entreprise (actifs, capacités, aptitude, savoir-faire, compétence, réputation, nom de la marque, l'expérience, les qualifications, la formation, la flexibilité, la culture d'organisation, l'engagement, la loyauté, etc.

Pour atténuer les effets, il est important de développer une théorie de subsistance pour les entreprises afin de résoudre ce problème qui secoue les organisations de temps à temps. Car, le retrait des capitaux ne peut être un sujet du déséquilibre pour l'entreprise.

Selon la théorie de la subsistance de l'entreprise, au début des activités, toutes les entités seraient en état de l'insuffisance par rapport aux différentes dettes qui nécessiteraient l'apurement y compris le fond propre, c'est alors que, l'entité passerait à la possession en passant par le point zéro représentant aucune réalité. Autrement dit, l'équilibre entre les avoirs et les dettes. Or, la performance de l'entreprise est évoquée malgré la présence de dette capitale ce qui ne pas juste. Tant qu'il y aura des dettes sous quelques formes que ce soit, on ne peut pas parler de l'acquisition de valeur ajoutée et de procéder au partage de bénéfice mais de faire le partage qu'après les paiements total des dettes (passif) y compris le remboursement total du capital car, pour partager, il faut posséder, or la possession signifie, vous avez, ce qui existe, ce qu'il y a, qui se multiplie.

Au début, l'entreprise, doit rechercher la reprise d'autonomie qui nécessite un regard sur la situation de l'entreprise. Eviter la disparition de l'entreprise après les retraits de capitaux apportés doit être l'un de souci permanent pour la possession de revenu à l'entreprise.

La faiblesse de ressources économiques pour l'entreprise peut augmenter la probabilité de son exposition à des formes de disparition. Ce qui fait que, l'entreprise cherchera la possession pour permettre la pérennisation de son exploitation pour qu'elle ne soit pas en déséquilibre.

Cet article vient corriger les connaissances en matière de partage au sein des organisations, pour ne pas rester stagnante et ne pas non plus rester capter, rajeunir le concept. Transformer et survivre sans garder un statuquo. Il était important de décalquer les règles ainsi repérées les contours autour de l'origine malgré la complexité « Pourquoi certaines entreprises réussissent mieux que d'autres ? », Mais voir si leur réussite laisse des marges de subsistance durable pour l'entreprise.

Le retrait des apports sans son remplacement peut conditionnés la disparition de l'entreprise et remettre ainsi en cause le fonds de commerce de l'organisation, aujourd'hui moins acceptable ni, ne donne un sens à la subsistance.

Cette œuvre a pour but d'empêcher de maintenir les entreprises dans l'état initial. Cette question mérite un débat afin d'aboutir à une solution en mettant tous les moyens légitimes.

Pour l'homme en situation d'insuffisance, la relation doit être économique, multiplier l'échange pour atteindre le point nul et prendre de la hauteur.

Prenons par exemple, la fortune d'un pauvre qui égale à 0 F et la fortune d'un riche qui est de 200 millions avec une dette de 250 millions. Le riche est plus pauvre car, son doit surpasse de loin son avoir. Pour arriver à la possession, celui qui est dans la situation de l'insuffisance doit d'abord procéder à l'apurement de ses dettes qui tendra à zéro et qui représente aucune réalité puis prendre de la hauteur vers la possession.

Est-ce que pendant ce temps de rattrapage faut-il partagé ? Car les pauvres partagent beaucoup, mais les riches ne partagent presque pas. Ces comportements sont de pures contradictions. Donc, il faut trouver une combinaison la plus satisfaisante. C'est pourquoi, les entreprises en état de possession sont appelées au partage et celle en état de l'insuffisance à la conservation. Donc, au début, les entreprises ont plus besoin d'énergie, d'aide et de conservation pour la pérennité pouvant leur permettre la création de la nouvelle richesse puis procéder au partage. C'était que, hormis l'introduction et la conclusion, cette œuvre est subdivisée à trois points dont le premier porte sur le matériel et la méthode, le second sur la discussion et enfin le troisième sur les résultats.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour y arriver, nous allons partir des faits isolés de l'Afrique comme étant un continent en développement, pour analyser, d'une part les causes de l'agir du personnel, des apporteurs et le reste du monde ainsi d'en tirer une conclusion sur l'ensemble partant des principes généraux conformément au don de science: un épanouissement de la charité dans le domaine de la raison scientifique tel que développé par Marie-Dominique PHILIPPE, O.P. dans l'ouvrage « Le mystère du Christ crucifié et glorifié ». Qui nous permettra de juger avec certitude de la vérité d'une réalité à partir de la connaissance que nous avons de son principe, de ses causes propres ou de ses effets.

Les données seront possibles grâce aux observations des faits surtout par le problème posé par le fait qui est la contradiction entre les effets découverts du partage au sein des entreprises et des conceptions théoriques antérieures qui font de ces derniers comme moyen capable d'amener la subsistance de l'entreprise.

En outre, les connaissances que nous avons du principe de la comptabilité, les consultations des ouvrages, des revues et autres documents en rapport avec ce sujet d'étude y compris les entretiens avec les différents partenaires, nous aideront à comprendre pourquoi, les apporteurs ont une supériorité au sein de l'entité étant la partie prenante comme les autres parties et ne parvient pas à donner satisfaction à toutes les parties; puis faire ressortir les éléments qui va permettre aux dirigeants de prendre des décisions adéquates dans leur politique de gestion et approfondir ainsi les connaissances en la matière.

Nous ferons aussi recours à la psychologie, sociologie et aux traitements mathématiques pour certaines données. Les notions mathématiques seront aussi utilisées parce que « connaître c'est mesurer » dit Brunschvicg. Et parce que la connaissance scientifique porte sur des mesures, sur des relations quantitatives qu'elle n'a d'autre langage que mathématiques, que ses progrès sont liés à ceux du formalisme mathématique, en même temps qu'aux progrès des instruments de mesure et des techniques expérimentales¹.

3 DISCUSSION

La vision de l'homme à l'état d'insuffisance, c'est la possession. C'est-à-dire ce qu'il envie, qui suscite sa perfection à lui, car l'insuffisance est ce qu'il déteste, qu'il manque, ce qu'il veut détruire. Partir de la situation de l'insuffisance vers la possession. Car le plus grand tire le plus petit selon la distance entre les deux objets (Newton).

De l'insuffisance vers le partage sans passer par la possession est une contradiction. Mais de la situation de possession vers le partage est acceptable. Mais aussi de la situation de possession vers la conservation, est une contradiction.

L'effort serait plutôt de partir de sa situation de l'insuffisance vers les moyens de subsistance et passer de la possession vers le partage. Car, l'insuffisance veut dire autrement vous n'avez pas, ça ne se multiplie pas, quelque chose d'inexistante ne peut être partagée. Or la possession veut dire vous avez, qui se multiplie, quelque chose d'existante. Elle peut être partagée. Vous avez, il y a, vous ajouter, vous n'avez pas, on enlève semblent être contradictoire au bien commun mais possible, lorsqu'on ne fait aucun de sortir de sa situation de l'insuffisance.

4 RÉSULTATS

Pour arriver à la possession, au point de départ, l'état financier de l'entreprise serait dans l'insuffisance qui est égale à la subsistance moins possession à éliminer et en les rendant de plus en plus petit pour un autre point de l'accroissement : la possession qui est la différence entre la subsistance et l'insuffisance puis viendra le partage.

A l'exemple de la bille qui démarre lentement et acquiert sa vitesse, ce qui fait après un temps elle atteint le point correspondant à 5 mètre sur l'axe de y. après deux secondes, les aimants ont attiré la bille au point où y égale 4 et x égale 2.

Après 3 secondes les aimants ont tiré la bille au point 3, elle atteint le point 45 mètres à chaque seconde, elle va de plus en plus vite.

Au point de départ : $x=1$ et $y=1^2$; $y=1 \times 1$

A l'autre point : $x+h$ et $y+k$

Alors : $y+k = (x+h)^2$
 $= (x+h) \times (x+h)$

Pour avoir l'accroissement, soustrayons l'équation pour le premier point de celle relative au second point :

$$Y+K = (x+h)^2$$

$$= x^2 + 2hx + h^2$$

¹ M. Rougier écrit excellemment : « Découvrir un instrument pour mesurer un phénomène qualitatif demeure jusqu'ici rebelle à la mesure, c'est inaugurer un nouveau chapitre de la science.

5 CONCLUSIONS

Le refus de libéralisation des ressources de l'entreprise pour ne pas risquer engendre des jalousies et justifie l'inefficacité de salarié dans la performance de l'entité d'après le slogan « c'est pour eux ». Or, l'homme doit travailler avec l'autre, unir ses forces de travail, au moins au niveau de la grande famille. C'est la solution retenue en Afrique. On peut estimer que le rendement est plus grand quand on s'associe pour travailler (G. VERHAEGEN, 1967).

Les Kikuyu disent : « un travail en commun rend la tâche plus légère » (J. KENYATTA 1967: 92) pour faire un grand travail les hommes s'unissent. La solution est l'idéologie de la vie d'ensemble : entente du groupe, l'acceptation des mêmes techniques, des mêmes modèles d'organisation de l'espace, des mêmes règles, sous l'autorité qui représente une tradition. Or, Ce qui met en danger l'effort de production du groupe, c'est la scission ou la mésentente.

L'entreprise ne doit pas appartenir à l'individu mais à l'humanité : propriété collective à exploiter collectivement. Les autres peuvent intégrer qu'en vertu d'une alliance passée avec les maîtres du lieu. Le principe technologie de base est le même partout, caractérisé par l'outil collectif. La perte ne peut donc être surmonté que par le resserrement collectif et de la solidarité organisationnelle. Sous l'idéologie nous avons-avec.

L'entreprise ne connaîtra pas les soucis. Chaque partie prenante sera nourrie et gardera de l'excédent de ses productions à sa guise pour le partage et vingt pourcents pour la réserve commune. L'abondance arrive alors qu'on contemple encore la pénurie dévore l'abondance, elle doit être sage et emmagasiner 20 pourcents de récoltes pour les années avenir, les parties prenantes pourront se nourrir quand l'entreprise ne produit pas.

Fait oublier sa souffrance, trouver le bonheur dans le malheur, oublier le passé, s'efforcer d'atteindre ce qui est devant soi (Philippe 3: 13). Qu'on portera beaucoup de fruit (Jean 15: 5).

La perfection est le secret révélé pour sauver dans la pénurie. La vision est très importante dans la période de transition de la souffrance à l'honneur.

Pour survivre après la réalisation de perte, l'entreprise a besoin d'un emprunt, en attendant que sa situation s'améliore et soit reconstitué, pendant ce temps, elle peut vivre aussi de l'aide.

Les membres doivent vivre dans la plus étroite dépendances : car, ils possèdent une possession en commun « l'habitude du partage ». L'entraide est la règle qui suppose l'accès en commun, pour maintenir la paix.

Relever d'un manque de calcul économique, car le calcul économique implique le profit, c'est le profit comme moteur « pour qu'apparaisse une libre volonté de faire l'effort de produire un surplus... (J.P HARROY 1970: 46).

Le profit va avec l'individualisme, or, dans cette théorie, le profit va à qui ? à tout le monde, répond l'idéologie communautaire « à chacun selon son besoin ».

De ce fait, cette théorie semble ne pas inciter au développement et à l'accroissement économique. Car, Le développement économique exige un degré minimum d'individualisation. Mais, il serait question de vivre ensemble pour produire et produire pour être davantage ensemble.

Il est inconcevable que la jeune théorie contredise l'ancienne mais les savoirs anciens ne peuvent apporter la satisfaction des besoins nouveaux. L'idéologie traditionnelle se trouve mise à l'épreuve...il s'agit de se définir une nouvelle rationalité economico-sociale à partir du choix éclairé.

L'être vivant ne subit passivement le milieu mais s'y adapte. Toute bonne chose peut devenir mauvaise si la vision n'est pas la perfection. La gloire de ce monde sans la volonté de perfection reste éphémère malgré la prospérité et la popularité. C'est la perfection qui vit pour toujours. Ne pas prendre part aux mauvaises actions mais dénoncer.

Pour arriver à la possession, il faut combien de mélange et comment surmonter la résistance ? Quelle combinaison satisfaisante pour l'apurement vers zéro ? Voilà autant des questions qui nécessitent des réponses.

REMERCIEMENTS

Gloire au Père, au Fils et au Saint-Esprit Lui qui source de la perfection.

REFERENCES

- [1] Anderson. RW, « Dansons avec les mathématiques », Ed. Dunod, Paris, 1951.
- [2] Harlow R.E. « Etude sur le livre de Genèse », Ed. Everyday, Canada, 1988.
- [3] Werner B. et al. « Lettre du Seigneur à son Eglise » Ed. Centre pour l'Apostolat Biblique, Bandudu/Ville, 1987.
- [4] Huisman et al. « La connaissance » Ed. Fernand NATHAN, Paris, 1960.
- [5] Maurier H. « Philosophie de l'Afrique noire » Ed. STUDIA INSTITUTI ANTROPOS, 1977.

Safety risks and environmental implications associated with Lauzoua manganese mining activities (South-west of Côte d'Ivoire)

Kouamé Alfred Kouassi¹, Konan Roger Assie¹, Marcelle Lydie Thiebleson¹, and Kouadio Cyrille Yao²

¹UFR-Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé - Daloa, Côte d'Ivoire

²UFR STRM, Université Félix Houphouët Boigny - Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 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 current work deals with the monitoring and control of exploration and exploitation activities at the Lauzoua manganese mining (LMM) located in the Guitry department, in the southwestern tip of Côte d'Ivoire. In order to prevent and reduce the risk of accidents associated with the mine's activities, we undertook a safety audit of the working environment, i.e. to identify the inadequacies and dangerous situations present during exploration and mining activities. Our work focused first on identifying and listing the mine's activities through a field survey and visual observation, and then on assessing the risks associated with these activities using the Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA) method. Our study reveals different risks of which we have categorized them in order of dangerousness, i.e. dramatic, serious and limited risks, with a serious risk percentage of 80% for exploration activities, compared with 28.57% for operating activities. The results show that the highest unsafe risk encountered during exploration campaign are caused by the injury or fracture in the event of a fall into the deepest shafts, and the highest unsafe risk encountered during operational activity are caused by driver distraction or lack of adequate lighting on site are the highest. These results clearly show that exploration and mining activities are not risk-free, and need to be carried out in accordance with strict safety monitoring and preventive measures. A strict environmental and safety assessment should therefore be carried out prior to mining activities, to prevent any risks that could impact and compromise the successful completion of the work.

KEYWORDS: exploration, mining activity, manganese mining, environmental impact, risk assessment.

1 INTRODUCTION

Occupational accidents are a major problem in the work environment. Mining is one of the industrial activities most affected by this problem, and pays the heaviest price. The mining sector has some unenviable statistics when it comes to occupational injuries and illnesses (Fig. 1). Indeed, the mining group ranks 1st among the target groups with the highest number of compensated work-related accidents and illnesses in Quebec in 2000-2002, with a prevalence of 23.6%, while the "mining services" group ranks 3rd, with a frequency of 18.2% [3]. This is also the case in Ontario and British Columbia, where this industry is among the eight economic sectors responsible for almost half of all indemnified work-related trauma fatalities and serious injuries between 2000 and 2002 [4]. All forms of mining have the potential to cause accidents and environmental damage, unless carefully managed. But even when carefully managed, mines pose significant risks to both mine workers and local communities. When mines open, local populations are often forced to relocate for safety or environmental reasons.

The metal manganese (Mn) is relatively widespread in the earth's crust, where it ranks 12th with a Clarke of 0.1% [5], with global manganese reserves estimated at 5-6 billion tonnes, and the market value of high-grade manganese fluctuating between 50 and 70% of global production and 80% of global exports (Fig. 2) [15]. It is indispensable to the steel industry (90% of steel production is based on manganese) due to its ability to bind sulfur, its antioxidant properties and its suitability for alloying, mainly in the form of ferroalloys. As an alloying additive, manganese makes steel harder and improves many of its mechanical properties. However, manganese mining activities have significant safety and environmental implications due to the risks associated with working in mines that need to be carefully considered. The extraction of manganese can lead to various safety hazards for workers, such as cave-ins, exposure to harmful chemicals and physical dangers in the mining process. Ensuring the safety of miners through proper training, equipment, and safety protocols is crucial to prevent accidents and injuries. Additionally, the environmental impact of manganese mining includes deforestation, habitat destruction, soil erosion and water pollution, and potential harm to local ecosystems. The use of heavy machinery, chemicals, and explosives in mining operations can lead to the contamination of soil, water sources, and air quality in the surrounding

areas. Proper safety protocols and environmental regulations are essential to mitigate these risks and ensure responsible mining practices.

To produce manganese for export, Littoral Mining Company (LMC) has set up a number of activities, including exploration and exploitation. Since mining is a hazardous activity, safety is an essential aspect of mining practices, and therefore of these activities, which must be assessed in order to take suitable protective measures for workers. Risk appraisal can be used to underpin decision-making, and can supply an essential basis for developing a balance between ostensibly conflicting concerns, such as safety and costs [12]. This work outlines a survey of the global problems associated with manganese mining, including frequent accidents, occupational illness and environmental impact. The main objective is to assess the risks and deficiencies of mining activities, with a view to optimizing safety conditions in the work methodology. More specifically, the aim is (1) to draw up an inventory of exploration and mining activities; (2) to assess the risks associated with these activities; and (3) to propose a qualitative approach to reduce unsafe risks.

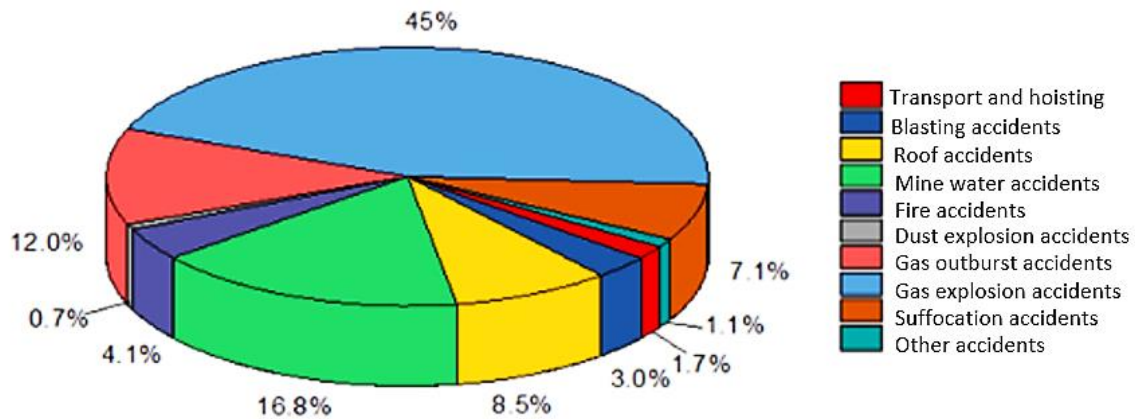


Fig. 1. Occurrence of different types of accidents occur in mining activity [2]

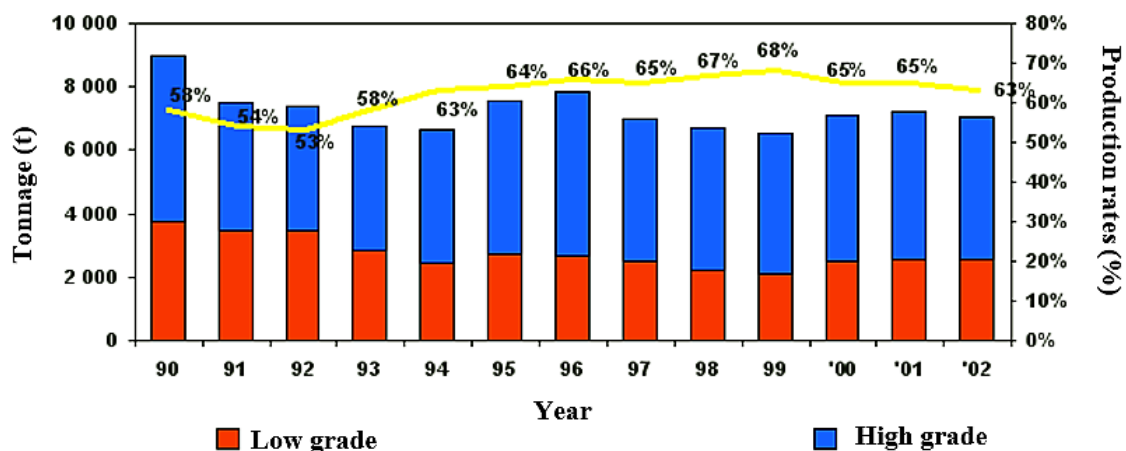


Fig. 2. Global manganese ore production by grade

2 OVERVIEW OF THE STUDY AREA

The Lauzoua manganese mine (LMM) is located in southwest Côte d'Ivoire, in the Lauzoua sub-prefecture, Guitry department, precisely at the edge of the sedimentary basin. It lies some 53 km northwest of Grand-Lahou, including 7 km of track between the "coastal" road and the old MOKTA mine. It is covered by the 100 km² exploitation permit PE 36 of the former MOKTA permit and the new 88.6 km² research permit PR 248 (Fig. 3).

The Guitry department has a humid equatorial climate. Average annual rainfall is between 1100mm and 1700mm. Temperatures range from 24°50 C to 27°C. Vegetation cover is dominated by dense rainforest. It is dotted with large village and industrial cash crop plantations such as palm, rubber, coffee and cocoa. The Lauzoua (Guitry) relief is located in south-west Côte d'Ivoire, and is dominated by a chain of hills running north-east-south-west, with peaks ranging from 103 m to 144 m from south-west to north-east.

The soils of the Guitry region are derived from volcano-sedimentary materials. This region belongs to the zone of moderately leached ferrallitic soils. The soils are predominantly silty, with pH levels below 5.5. Organic matter and base cations are low. Low organic matter levels, low pH values and low exchangeable bases could constitute essential risks to good agricultural productivity.

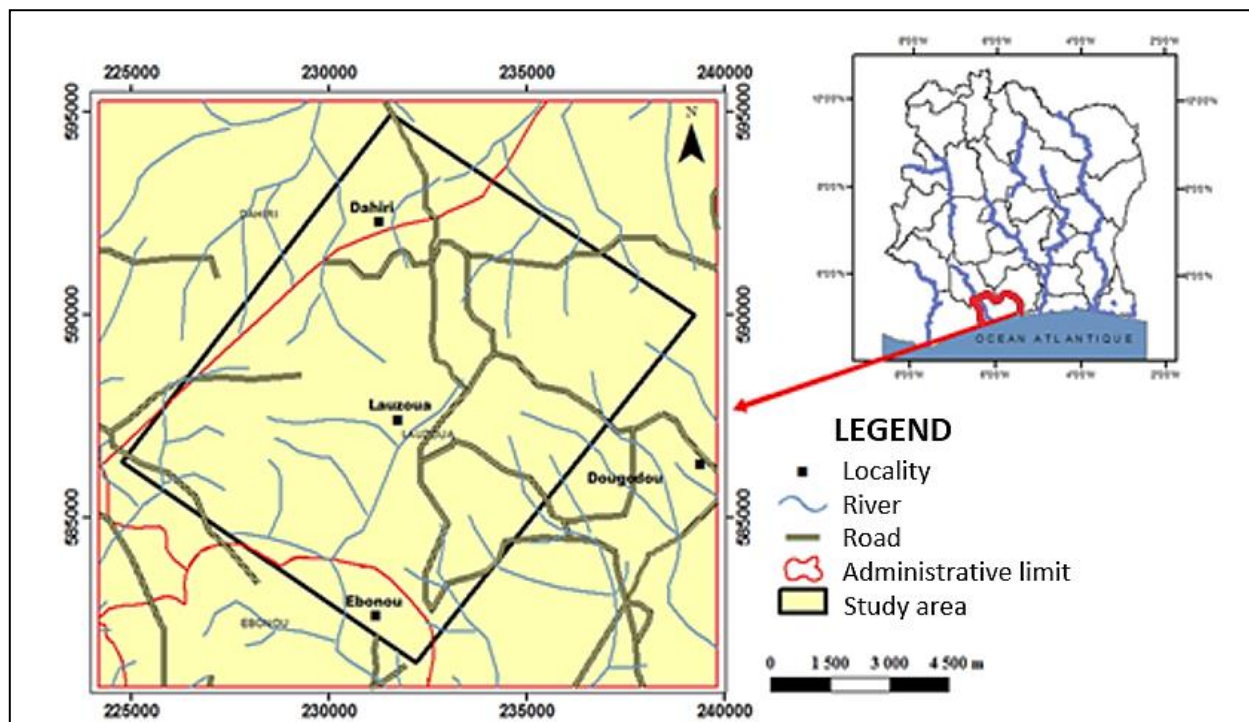


Fig. 3. Location map of the study area

3 MATERIALS AND METHODS

3.1 STUDY DESIGN

The current study was carried out on the MML to appraise the environmental and safety risks resulting from the mine's activities. On this basis, a methodological approach driven by research questions was ideally tailored to this study, as more data sources yield more insightful data to answer all the research queries. The study adopted stratified, random and purposeful sampling methods [1]. The sample size covered Lauzoua, Ebonou, Dahir and the surrounding mining villages. Quantitatively, the study involved 945 interview respondents, including 278 miners, 642 stakeholders, 11 senior mine officials, 6 government representatives, 3 workers' unions and 5 members of community health services. The suggested sample size is derived from the respondents' proximity to the mining sites and their degree of suffering as a result of the direct impact of mining activities.

3.2 DATA COLLECTION

The data collected derives from two main sources (Fig. 4). We reviewed primary data from reports and documents relating to exploration and operating activities at the mine. This phase involved making an inventory of exploration and operating activities, analyzing (identifying hazardous situations, assessing and preventing) the risks associated with these activities, and proposing methods for enhancing working conditions at the mine. We then drew up technical data sheets, mainly risk assessment forms, to be used for collecting data in the field during discussions with workers in the various exploration and operating departments, as well as with the population surrounding the mine (secondary data). Finally, we carried out a field investigation in order to establish a correlation between the information collected from the two above-mentioned sources.

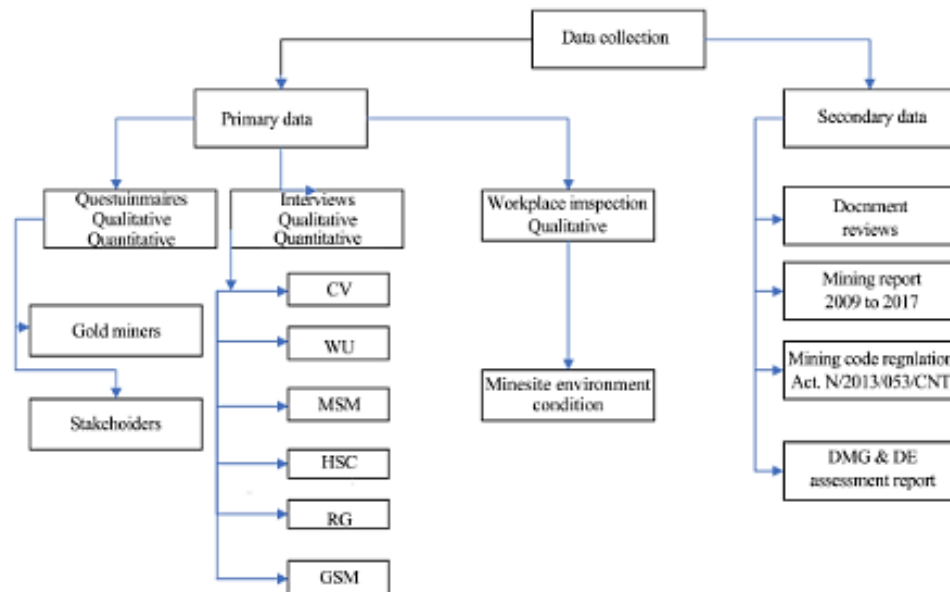


Fig. 4. Data collection process flowchart. WU: Workers union; CV: Chief of the village; MSM: Mining site manager; HSC: Health Service community; RG: Government representatives; GSM: General supervisor of mining

3.3 DATA ANALYSIS

The gathered information was carried out for analysis. The software Microsoft Excel spreadsheet was used to input information in both (primary and secondary) to developed frequency distribution tables' charts, graphs among others. The risk level was assessed using a risk level matrix based on the FMECA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis) method (Fig. 5). This involves a systematic, proactive risk analysis to identify major failures in complex processes [6]. The mining risk analysis process is shown in Figure 6, and involves potential risks related to mining activities, such as safety and environmental concerns.

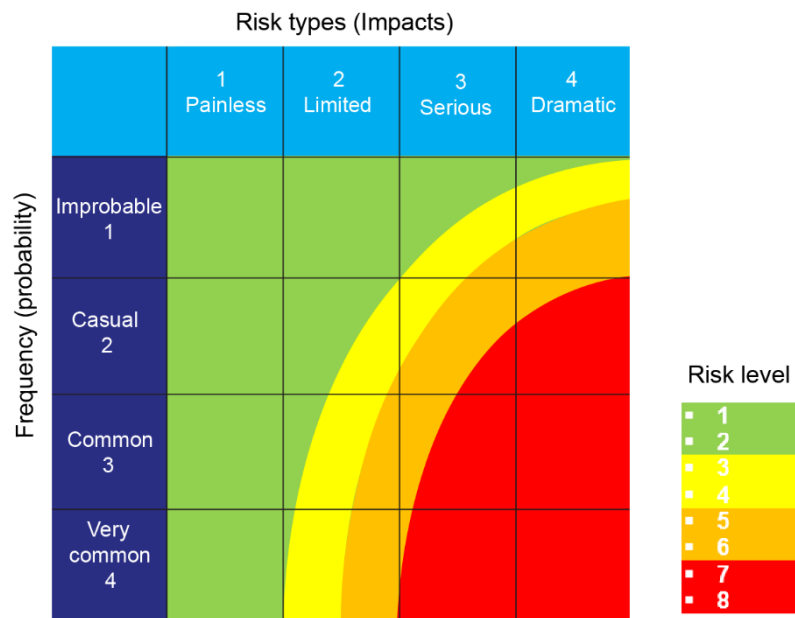


Fig. 5. Risk analysis matrix on 1 to 8 scale using the FMECA method

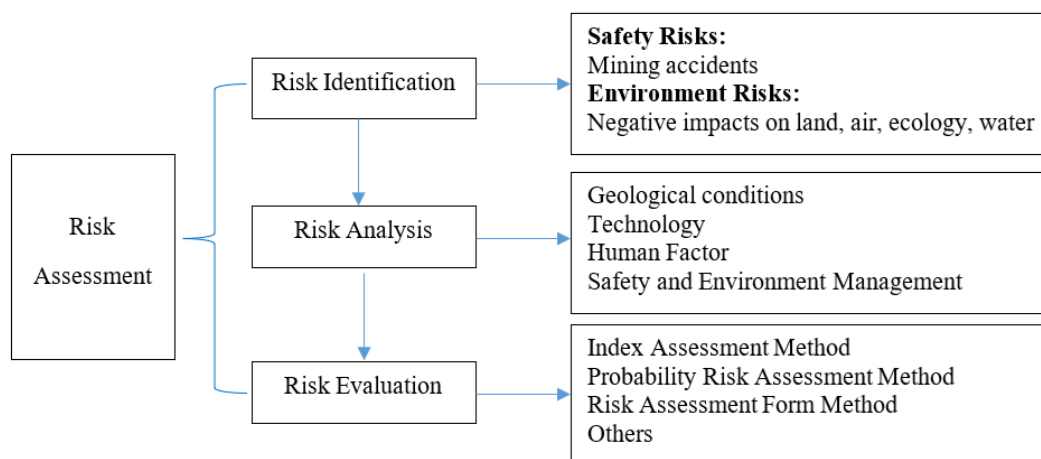


Fig. 6. Steps for mining risk assessment

4 RESULTS

4.1 MAIN MANGANESE MINING ACTIVITIES AT LMM

4.1.1 EXPLORATION ACTIVITIES

Exploration is an important activity at LMM, as it has enabled us to identify the potential existence of a manganese deposit, and to estimate the quantity of manganese present in the area. We will now focus on activities that might have an impact on the mine's safety environment.

- **Layering activity**

The manganese deposits are laid out in a NE-SW direction. The basic layon is set parallel to the NE-SW direction, with a magnetic declination of 7°NM. Layering is carried out using a compass, machete and stakes, following a network that includes a base line and transverse lines arranged perpendicular to the base line. It includes sighting, staking (Fig. 7a), clearing and chaining (Fig. 7b). The aim of these steps is to use the compass to align the stakes in order to represent a layon.

- **Shaft sinking**

Shafts drilled in the study area are either circular or rectangular, with a length (L) = 1.20 m and width (W) = 0.80 m, and a depth (D) of up to 9 m (Fig. 7c). This facilitates sinking and work in the shafts (sampling and description). Shafts are positioned in the direction of the transverse layons, i.e. the length of the shaft follows the direction of the transverse layons and the width follows the direction of the base layon. The wells are positioned perpendicular to the base plies, with the aim of intersecting the anomaly of interest, i.e. the Manganese lens.

- **Trench sinking**

Trenches are long, narrow excavations in the ground. Trenches are also rectangular in shape, but differ from shafts in their length. With a width of 0.80 m (sinking by well-diggers) or 1.20 m (sinking by mechanical shovel) (Fig. 7d). Trench lengths vary from 2.40 to 150 m, with depths ranging from 2 m. Trenches are always perpendicular to the direction of the manganese lens. They are in fact the extension of several shafts to follow the lens line. Some larger trenches can be excavated using a hydraulic shovel. Shaft sinking serves the same purpose as trenching, the only difference being that the anomaly is checked at greater depth. It enables us to verify the vertical evolution of mineralization in the alteration profile.



Fig. 7. Layering work. staking (a), Cleared area (b), Well (c) and trench (d) made during prospecting work

4.1.2 OPERATING ACTIVITIES

Manganese mining at the Lauzoua mine is an open-pit operation. It consists in extracting the ore from the ground, taking into account the 30% cut-off grade. The work is carried out by the mining department. The various mining activities carried out in the area are: clearing, stripping (creation of access roads, development of areas for the installation of equipment and storage of rejects), extraction, screening, stockpiling and transportation.

- **Clearing**

Clearing is a stage in the mining process during which all plant species occupying the area to be mined are destroyed (Fig. 8a, b).

- **Stripping**

Stripping consists of removing the sterile layer of earth above the manganese deposit to expose the mineralized layer and ease its extraction. To carry out stripping work, the mining department relies on the information available on the various panels of the map of the area to be mined, drawn up by topography and cartography. The panels are outlined on the ground by stakes. This information highlights the thicknesses of waste rock to be stripped, as well as the thicknesses of ore to be excavated and their different grades. Once this information has been obtained, a shovel is used to start the stripping work (Fig. 8c).

- **Extraction**

Extraction is the mining process used to extract manganese ore from the face of the mine. It starts when the shovel attacks the face with its bucket, extracting the ore by depositing it in a cone-shaped heap. The heap of excavated ore is fed to the screen by loaders (Fig. 8d).

- **Screening**

Screening is the granulometric separation of coarse from fine particles in manganese ore. It begins when the screen is fed. Once fed, the screen's grizzly, which contains an 80mm mesh, will separate the largest blocks (the +80mm) from the bulk material. Once these have been separated, the 80mm mesh is conveyed by conveyor belt to the 2 meshes: one 25mm above and one 8mm below. Together, the rejects from the 25mm mesh and the passings from the 80mm mesh form the 25-80mm. The combination of the 8mm mesh rejects

and the 25mm mesh pass-throughs forms the 8-25mm. The 0-8 mm: the 8-mm grid passes are called "rejects" and do not enter production (Fig. 8e, f).

- **Destocking**

This involves dumping the various heaps obtained after screening onto a prepared platform where loading and transportation activities will take place (Fig. 8h). The 8/25 mm and 25/80 mm are destocked and mixed by loaders to form the 8/80 mm. This process is carried out in order to obtain a well mineralized manganese ore pile. The +80mm is also destocked. After destocking, information such as the heap circumference obtained, and the length L1 and L2 are taken in order to determine the volume of the various destocked heaps.

- **Ore transport**

Once the manganese ore has been destocked, a loader is used to dump it into dump trucks for transport to the processing plant (Fig. 8g).



Fig. 8. Field photographs of activity. a, b: Clearing using a hydraulic shovel; c: Stripping with shovel; d: Photography showing manganese ore mining; e, f: Heap of screened manganese ore of different grain sizes; g: Loading and transporting manganese ore; h: Manganese ore destocking L1: first measured length; L2: second measured length

4.2 ENVIRONMENTAL CONCERNS OF LMM'S ACTIVITIES

Mining activities can have a negative impact on water quantity. We have observed the toxic effluents used in ore processing, and the accidental spillage of fuels and other products during drilling. All these practices have a major impact on the region's hydrogeological reservoir. The hydrological process comprises two interdependent phases: surface water and groundwater. Surface water can replenish groundwater, and any damage to surface water can adversely affect groundwater in the future, and conversely.

We noted high dust and CO₂ gas emission from machine activities. Air emissions from mining operations can impact not only local air quality, but also regional air health. Particulate emissions, such as dust from mining operations, are the main contributor to air quality problems at a mine site. Other air pollution factors are gaseous emissions, odorous emissions, volatile organic compounds from fuels or solvents, and emissions from motor vehicles and mining equipment. Air quality is highly vulnerable because air, unlike other wastes, cannot in practical terms be reprocessed in a central location and then dispensed for reuse [14].

An ecological assessment was performed to understand the fauna of the study area. The ecological impacts of mining encompass deforestation, loss of both vegetation and habitats, and reduced water quality, all of which impact the livelihoods of large and small animals, birds and fish. The deforestation is very harmful to people, animals and property [13]. The landscape changes created by mining activities do not enable many animal species to accommodate, so the modification shrinks their living space.

4.3 RISK ANALYSIS

This involves identifying, assessing and mitigating the risks associated with the mine's exploration and operating activities. Risk evaluation is a scientific process that characterizes the occurrence, the magnitude and nature of health risks on humans, the negative impacts on ecology and others that may affect the environment. Tables 1 and 2 describe the risk management of manganese mining activities.

Table 1. Exploration risk management and evaluation using the FMECA method

Work unit	Dangerous situations	Staff concerned	Risk description	Risk assessment			Preventive measures
				IP	P	Niveau du risque	
Prospecting	Presence of dangerous animals	Geology staff	Snake bites and insect bites when moving through the bush	3	3	6	Be equipped with a first-aid kit and wear safety shoes
Layering	Presence of unmarked wells		Serious injury or fracture in the event of a fall into the deepest shafts (9m)	4	3	7	Flag wells with recognition signals
Well and trench sinking	Agents sinking shafts and trenches with cutting equipment	Manual workers	Injury caused by working equipment	2	2	4	Work with the glove and do not work in the precipitation
	Gas release during well sinking	Manual workers	Asphyxiation, casualties due to late intervention	3	3	6	All workers in shafts must be equipped with a hip rope for rapid evacuation and a breathing mask.
	Working in confined spaces	Manual workers	Landslide due to well instability	4	2	6	Checking wells before sinking
	Well water outlet	Manual workers	Flooding of well, risk of drowning	3	2	5	Plan a rapid evacuation using a rope or harness

PI: Potential Impact; P: Probability

Table 2. Operational risk management and evaluation using the FMECA method

Work unit	Dangerous situations	Staff concerned	Risk description	Risk assessment			Preventive measures
				IP	P	Risk level	
Stripping Extraction Screening Destocking	Lack of signs at the entrance to extraction sites	Machine operators, senior technicians and the local population	Accident to personnel, vehicles and the local population	4	2	6	Post signs to indicate activity in a zone
	Shovel activity in confined areas	Shovel operator, loader, screen operator, local population	Landslide	4	2	6	Avoid mining in confined spaces
	Night activity without lighting		Accident caused by driver distraction or lack of adequate lighting on site	4	3	7	Provide several lighted signs on the sites for night activities and compulsory wearing of chasuble
	Moving near unstabilized bleachers		Slope collapse	3	1	4	Prohibit unauthorized access to extraction areas and stabilize slopes with angles of more than 75%.
	Screen unclogging without proper equipment		Serious injury caused by sudden start-up of the screen	2	2	4	Check that the screen is switched off before unclogging, mandatory wearing of PPE
	Falling ore blocks during loading	Agents working on the site	Falls, injuries (broken bones)	3	2	5	Define a safety zone around the block loading area
	Dust generation during ore loading		Operator respiratory and lung infections	2	2	4	Regularly sprinkle loading areas, insist on wearing nose protectors
	Hazardous waste disposal area	Shovel operator, loader, screen operator, local population	Discharge onto roads, machinery, pollution of watercourses and destruction of vegetation	3	3	6	Planning the waste repository for each operating site
Transport	High slope for dump trucks in some areas	Truck driver	Dump truck overturns	4	2	6	Reduce steep slopes
	Restricted route	Driver, local resident	Accident, injury or loss of life, road deviation	4	3	7	Enlarge the restricted lanes on the site
	Overloading of trucks	The local population, truck drivers	Accident due to ore spillage on road, injury, road closure, loss of human life	3	2	5	Raising drivers' awareness of bucket number limits
	Dust emissions during ore transport	Employees working on the site and external users (local population)	Respiratory and lung infections, impaired vision during ore transport	2	2	4	Regular watering of transport routes
	Lack of signposting		Accident (Collision of machinery, Running off the road)	4	2	6	Install warning signs at all intersections and high-risk turns
	Steep downhill		Truck drop	4	2	6	Reducing slopes

IP: Potential Impact; P: Probability; PPE: Personal Protection Equipment

4.4 CHART OF MINING ACTIVITIES-RELATED RISKS

In terms of exploration activities, we obtain 6 risks: 4 serious risks, 1 limited risk and 1 dramatic risk, giving respectively (80% serious risks, 10% limited risks and 10% dramatic risks) (Fig. 9). In terms of operating activities, there are 14 risks: 8 serious, 4 limited and 2 dramatic, respectively (57.14% serious, 28.57% limited and 14.29% dramatic) (Fig. 9).

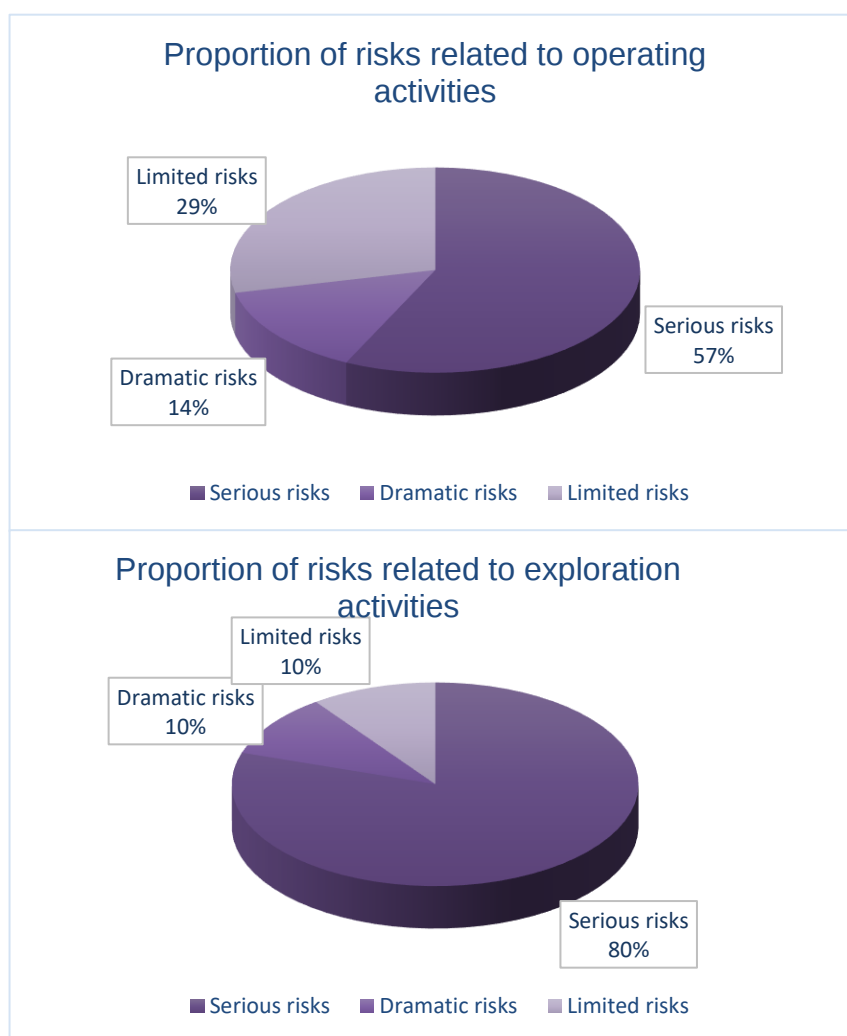


Fig. 9. Risk chart for exploration and operating activities

4.5 MITIGATION MEASURES

According to the research described above, a series of actions are foreseen for good management and stewardship following the national biodiversity conservation and sustainable resource use strategy's implementation at two levels of intervention. The first is the conservation of environmental resources in their biodiversity; the second is the sustainable management of environmental resources and international cooperation. The first approach involves conserving biological, physical and human environments by safeguarding species, habitats, ecosystems and the atmosphere. The company must use renewable and non-renewable natural resources in a sustainable approach; collect, store and properly handle all waste likely to cause environmental or health damage, which can help reduce the risk of contamination; backfill extraction pits where possible, or reforest fast-growing species on waste rock or in compensation areas.

In order to improve exploration activities within the mine, a CA-1510 logger should be used to determine CO₂ and humidity levels in the shafts before each sinking to avoid the risk of asphyxiation. It is necessary to ensure that the jacker is equipped with a rescue harness fitted with safety ropes connected to a point located outside for faster evacuation in the event of dangerous situations, and finally the wearing of breathing apparatus and suitable personal protective equipment.

In the case of mining operations, a design must be carried out before the work is performed, and suitable geotechnical studies must be conducted for slope stabilization in the case of work at greater depths and in confined spaces. Light vehicles and machinery should circulate on separate lanes, and all equipment and vehicles used to load materials should comply with the specifications and safety requirements of national legislation.

5 DISCUSSION

The monitoring and control of LMM's activities enabled us to assess the risks to mine personnel associated with these activities. Initially, our work focused on the inventory of activities linked to exploration and operating, and then we assessed the risks associated

with these activities. The results were serious risks, dramatic risks and limited risks. According to our study, serious risks are those which have a fairly serious impact on the individual, and are likely to occur less frequently than limited risks within the mine. These include landslides. These results are in line with those of [7] and [8]. Indeed, according to their studies, rockfalls are the most frequent accidents in mining operations, and this type of accident threatens the physical integrity of miners as it takes the form of falling blocks from the roof, collapsing casings and collapsing working faces. In some cases, these landslides can take the form of falling ore due to the collapse of unstabilized slopes during mining operations, or falling earth on well-diggers during exploration operations. These risks represent a percentage of 80% for exploration activities and 57.14% for operating activities. In terms of limited risks, which are generally related to inhalation of manganese dust particles, our results contradict those of [11]. For him, ordinary accidents in mines cause more deaths than explosions. Moreover, he reported that dust inhaled during mining operations caused an average of more than (19.35 deaths / million tonnes of ore extracted) each year. These results contradict our own, because according to our studies, the limited risks at the Lauzoua mine could not have resulted in the deaths of workers in the various departments. Moreover, according to [10], accidents can range from the minor to the major (serious or dramatic), and for him, it's sometimes a simple incident or negligence that degenerates into a catastrophe, such as the untimely extinguishing of a lamp that the worker tries to relight himself to save precious time, and which spreads fire to the gases present; the obstruction of a ventilation shaft by a landslide, resulting in the asphyxiation of many workers. In terms of dramatic risks, our studies reveal that it is the risks associated with the most dangerous situations that have the highest impact - generally collisions between mine vehicles or machinery. These results are in line with those of [9], who indicate that traffic accidents account for nearly three-quarters of all fatalities.

6 CONCLUSION

This work was prompted by the need to monitor and control all stages of exploration and mining operations at LMM (Guitry department). The aim of this study was to evaluate the exploration and mining activities of the LMM in order to identify the risks and shortcomings of these mining activities with a view to optimizing their safety conditions in the work methodology. This study was made possible thanks to one of the most widely used methods for analyzing the risks associated with failures in an activity, namely the FMECA method. The risk parameters studied are its severity and the probability with which it can occur over time. After study, we obtained dangerous situations associated with risks that can be dramatic, serious (fractures or infections) or limited (injuries, scratches). We highlighted the difficulties as well as the risks encountered in these activities. These difficulties can be the lack of protective equipment, failure to comply with safety instructions or normal work methodology. These risks are due to complex geological conditions, failure to implement technologies, human factors, insufficient financial investment and ineffective management of safety and the environment. It is necessary to prior monitor exploration and exploitation activities, to gain a clear idea of how they operate on all fronts; to carry out a thorough environmental impact assessment prior to mining, and to ensure that any major risks identified are sufficiently mitigated. However, preventive measures have been proposed to reduce serious risks in these different departments. With regard to dramatic risks, a geotechnical study will have to be carried out to stabilize the slopes of mining operations, and a suitable area for depositing the tailings will have to be defined for each extraction site, to avoid the risk of landslides. With regard to exploration activities, well-diggers will be required to wear gas masks and appropriate personal protective equipment.

ACKNOWLEDGMENTS

Reviewers are highly appreciated for their comments towards the improvement of the paper.

REFERENCES

- [1] O. Ralph, N. Gilles, N. Fon, H. Luma and N. Greg, (2018) Impact of Artisanal Gold Mining on Human Health and the Environment in the Batouri Gold District, East Cameroon. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 7, 25-44, 2018.
- [2] R. Tong, Y. Yang, X. Ma, Y. Zhang, S. Li and H. Yang, Risk Assessment of Miners' Unsafe Behaviors: A Case Study of Gas Explosion Accidents in Coal Mine, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (10), 1765, 2019.
- [3] Duguay, Massicotte P, Prud'homme, « Lésions professionnelles indemnisées au Québec en 2000-2002: II - tableaux de classement par activité économique », Rapport de recherche, IRSST, 114 p, 2008.
- [4] Duguay and Massicotte P. Décès indemnisés à la suite d'une lésion professionnelle Comparaison entre le Québec, l'Ontario et la Colombie-Britannique, Rapport de recherche, IRSST, 61p, 2007.
- [5] Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Ressources minières française, les gisements de manganèse (situation en 1981), Rapport d'étude du BRGM, France, 137 p, 1984.
- [6] AfreQen, Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)
[Online] Available: https://moodle.iamm.fr/pluginfile.php/3464/mod_label/intro/Texte%20th%C3%A9orie%20AMDEC.pdf
(March 15, 2024).

- [7] M. Bennani, J. P. Josien, and P. Bigarre, Surveillance des risques d'effondrement dans l'après-mine: apport de la microsismique. *Revue Française de Géotechnique*, 106: 5-14, 2003.
- [8] Yawavi R. and Tognon N, Risques des projets d'exploitation des ressources minières et énergétiques: cas des carrières de concassage de roches en moellons et graviers concassés. Rapport du Secrétariat internationale francophone pour l'évaluation environnementale, Togo, 20p, 2013.
- [9] A. Kual, U. S. Sinha and Y. K. Pathak, Fatal road traffic accidents, study of distribution, nature and type of injury. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 27 (2): 71-76, 2004.
- [10] Leboutte R, Mortalité par accident dans les mines de charbon aux XIXe-XXe siècles, in *Revue du Nord*, tome. XXIII, n°293, octobre-décembre, pp. 703-736, 1991.
- [11] Passaqui J.P. « La catastrophe du puits Marguerite, à La Machine, le 18 février 1890,» *Le Marteau Pilon*, tome XVIII, juillet 2006, p 65 à 78, 2006.
- [12] S. Mahdevari, K. Shahriar, and A. Esfahanipour, Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS', *Science of the Total Environment*, Vols. 488–489, No. 15, pp.85–99, 2014.
- [13] M. Gutti, M. Aji and G. Magaji, Environmental Impact of Natural Resources Exploitation in Nigeria and the way forward. *Journal of Applied Technology in Environmental Sanitation*, 2, 95-102, 2012.
- [14] R. Jain, L. Urban, H. Balbach, and M.D. Webb, *Handbook of Environmental Engineering Assessment: Strategy, Planning, and Management*, Elsevier, Waltham, 2012.
- [15] L. Shule, Y. Jingjing, P. Qiuming, S. Jinghua, M. Siyu, X. Yong, Risk Identification and Evaluation of the Long-term Supply of Manganese Mines in China Based on the VW-BGR Method. *Sustainability*, 11 (9): 2683, 2019.

K-mean Clustering Scheduling Algorithm for Cloud Computing Containers

Amany AbdElSamea Saeed

Computers and Systems Department, Electronics Research Institute, Cairo, Egypt

Copyright © 2024 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: Containers are effective lightweight virtualization technology due to their common host operating system, rapid launch times, scalability, portability, and quick deployment. With the help of containers, programs can create run-time environment that is independent on the platform that boosts mobility and efficiency by encapsulating all required dependencies (code, running time, system libraries, and tools) into a virtual environment. The scheduler is an essential and critical part of optimizing performance and decreasing the cost of container services. Conventional Scheduling methods which are single-criteria-based algorithms (i.e. First Comes First Serves (FCFS), Round Robin, and Shortest Job First) cannot meet the demands of cloud computing. Multi-objectives-based container scheduling algorithms are therefore required to satisfy efficient resource usage optimization by optimally mapping containers to VMS. A novel methodology to the aforementioned issue may be provided by clustering-based task scheduling algorithms, which facilitate the efficient scheduling of a huge number of containers depending on container multi-criteria. This paper suggests a k-mean clustering algorithm for containers to enhance the load balancing that shortens resource execution times while also boosting the resource utilization rate. According to the experimental findings, the suggested algorithm outperforms FCFS algorithm in with respect to the execution time and maintains significant improvement of resource utilization among virtual machines and physical machines.

KEYWORDS: virtualization, load balancing, containerization, virtual machines, container placement, K-mean Clustering.

1 INTRODUCTION

The Quick development of Computational power, big data, and artificially intelligent (AI) algorithms allows the AI applications to be developed to make people's lives easier. Machine learning (ML) [1] is a subset of AI that automatically allows the machine to autonomously gain knowledge from data, enhance performance from prior experiences and come up with predictions. Data is used to train machine learning algorithms, which then build a model to perform specific task based on this training. These ML algorithms are useful in solving numerous business problems, including clustering, association, regression, and classification [2]. Supervised, semi-supervised, and unsupervised are the three primary categories of machine learning. In Supervised machine learning, machines are trained with "labeled" dataset, and according to the training, the output is predicted using the tested dataset. Classification and regression are examples of supervised learning techniques. Semi-supervised learning [3] combines the benefits of supervised and unsupervised learning. The machine is supplied with a lot of unlabeled input and a limited amount of labeled data. The unlabeled data is utilized to refine the model that the computer learned using the labeled data. Unsupervised learning is a kind of machine learning when no labeled data provided to the computer. The computer is responsible for identifying patterns in the data on its own. In this instance, the data is not labeled, but the algorithm aids the model in creating groups of related data types. Clustering is an example of unsupervised learning techniques.

Clustering involves breaking up the unlabeled data into distinct clusters. The primary objective of the clustering process is to identify and classify groups that share similar characteristics and assign them into clusters. Clustering has a huge number of applications spread across diverse disciplines. Social network analysis, market segmentation, search result grouping, picture segmentation, medical imaging, and cloud computing load balancing are a few of the most widely used applications of clustering. Depending on their cluster model, clustering algorithms fall into one of three categories:

- Connectivity-based clustering (Hierarchical clustering) [3]: The fundamental idea of hierarchical clustering is that items are more closely associated to one another when they are adjacent than when they are farther away. These algorithms use distance-based connections to group "objects" into "clusters". A cluster is identified by the maximum distance required for the connection of the elements of the cluster. The term "hierarchical clustering" is derived from the fact that distinct clusters will develop at varying distances, and these clusters can be visualized using a dendrogram
- Distribution based clustering [4]: It assumes that the data is composed of distributions, such as Normal or Gaussian distributions. The possibility of a point to be part of the distribution is minimized with the increase of the distance from the distribution's center. These models frequently have over-fitting issues
- Density-based Clustering [5]: A density-based clustering technique is essential for identifying nonlinear shapes and structures based on density. Density-Based Clustering defines clusters as regions in the data set which have a higher density than the rest. Density reachability and density connectedness are the guiding principles of density-based algorithms. The most frequently used algorithm in density-based clustering is Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) [5]. This algorithm's primary characteristic is its ability to handle noisy input in a single scan and find clusters of any shape
- Graph-based clustering [6]: Graph-based clustering is a straightforward and scalable clustering technique that resembles spectral clustering. Two categories of graph clustering exist the first is "between-graph" where clustering techniques separate a collection of graphs into various clusters and the second technique is "within-graph" where the graph's nodes are grouped together using clustering techniques. There are numerous within-graph clustering algorithms. Power Iteration clustering, Kernel K-means algorithm, are examples of graph-based clustering algorithms
- Center-based clustering [7]: In numerous research domains, center-based clustering methods are extensively employed in unsupervised learning algorithms. A cluster is a collection of items arranged so that each object in the cluster is closer to its "center" than it is to the centers of any other clusters. Samples are grouped using center-based clustering according to a distance measure from the cluster centers. Within this context, a cluster's center may be either a centroid or a medoid. A "centroid" is the average of all the points within a cluster, whereas a medoid is the most representative point of a cluster. A crucial aspect of cluster analysis is selecting an appropriate measure of similarity or dissimilarity (distance), as the effectiveness of clustering algorithms is heavily dependent on this decision. K-mean clustering is the most popular and well-known center-based clustering algorithm. The number of cluster parameters required at the end of these models must be specified in advance; hence prior knowledge of the dataset is crucial. To locate the local optima, these models operate iteratively

Table 1. Comparison between clustering models

Feature	Hierarchical clustering	Distribution based clustering	Density-based clustering	Center-based clustering
Concept	Clustering on basis of distance	Clustering on basis of distributions (Normal or Gaussian)	Clustering on basis of densities	Clustering on basis of similarities
Strength	Visual representation of cluster hierarchy, easy to interpret because it can find clusters of any size or shape	Manages complex data structures, varies cluster dimensions and forms, and computes cluster number automatically	Its complexity is fairly low and it identifies outliers effectively	Computationally efficient, Scales to large datasets
Weakness	Computationally expensive, Lack Scalability for handling big datasets, sensitive to data order and distance metric	Computationally expensive and suffer from over-fitting	To find cluster boundaries, they anticipate a density drop of some form	Requires specifying number of clusters, Suffer from clustering data of varying sizes and shapes , affected by noise and outliers
Algorithms example	Agglomerative clustering	Gaussian mixture models	DBSCAN	K-mean clustering

Table 1 presents the comparison between clustering models. An effective clustering algorithm should be able to find clusters with a variety of sizes, densities, and forms. It ought to be capable of handling data noise as well. It shouldn't be affected by the user-inputted parameters or the sequence in which the data is entered. Hierarchical-based clustering is based

on the distance, it detects clusters of any shape and size and it provides a visual representation of cluster hierarchy but it is Computationally expensive, lack Scalability for handling big datasets, sensitive to data order and distance metric. Distribution based clustering is based on distributions. It manages complex data structures as well as varying cluster shapes and sizes. but it is computationally expensive and it prone to over fitting. Density-based clustering depends on densities. Its complexity is fairly lower than hierarchical-based clustering and distribution-based clustering and it identifies outliers effectively but a density drop is necessary to identify cluster borders. Finally, center-based clustering is based on similarities. It is the most widely used model since it is computationally efficient and, scales to large datasets but its drawback is that requires specifying number of clusters and it is affected by noise and outliers. Since K-Means clustering technique is a high-performance algorithm, it is the most extensively used and well-known method for clustering data points. Data is expanding exponentially in a cloud environment. Thus, it is critical to manage this enormously heterogeneous data, which may include both organized and unstructured information. In the cloud, this data can be managed on various levels. For cloud computing, it seems that the k-mean clustering job scheduling method is a better option when it comes to virtual machines and containers.

Cloud computing [8] is a distributed computing environment that offers customers online and on-demand networking, storage, and processing as a service. These services are available on a pay-as-you-go basis, with charges made to users based on how much of the resources they utilize through a promising technology called virtualization [9]. Virtualization offers the cloud computing environment with processing power in the form of virtual machines (VM). In a cloud computing environment, resources can scale vertically or horizontally. Vertical scaling involves adding more powerful systems or upgrading to more powerful components. Horizontal scaling involves increasing the number of servers and other processing units. In Virtualization, software constructs an abstraction layer over the hardware where the physical components of a single computer can be separated into several virtual computers by using a tiny layer of software known as a hypervisor. Hypervisor [10] allows multiple operating systems to run simultaneously and share the same physical computer resources. It permits the physical computer (also known as bare metal) to separate its operating system and applications from the host hardware. Hypervisors isolate VMs from one another and allocate processors, memory, and storage between them.

Containers offer a more lightweight and flexible approach to virtualization. Containers are operating system virtualization technique that utilizes the capabilities of the host operating system to separate processes and limit the programmers' CPU, disk space, and memory access. Containerization [11] bundles together all the components required to operate a single application or micro-service (together with the runtime libraries they require) as opposed to setting up a full virtual machine. The operating system as well as all of the code and its dependencies is contained in the container. This makes it possible for apps to operate virtually wherever, including on desktop computers, traditional IT infrastructure, and cloud servers. Workload distribution across containers and virtual machines (VMs) must be done efficiently in the dynamic cloud computing environment, where virtualization and resource sharing are now critical for assuring responsive and seamless service delivery.

A significant and vital part of container orchestration is provided by the scheduler portion [12]. Thus, in cloud data centers, container scheduling and effective run-time management of cloud computing resources become crucial. Conventional scheduling methods which are single-criteria-based algorithms (i.e. First Comes First Serves (FCFS), Round Robin, and Shortest Job First) cannot meet the demands of cloud computing. For efficient resource consumption optimization by mapping containers to VMS appropriately; multi-objectives-based container scheduling algorithms are therefore needed. There are two primary factors for the container management. Initially, a variety of cloud services and apps may be available, each with varying resource needs, such as CPU, disk space, and RAM. It has to do with meeting the needs for several resources. Second, there is a wide range of resource availability across the cloud servers. Improper management of the containers could lead to an imbalance in the load on the cloud servers, making it impossible to provide users with adequate cloud services.

Load balancing enhances the overall performance of the system by equal distribution of the workload among nodes. It guarantees increased resource efficiency and improved user fulfillment by assigning containers to suitable virtual machines (VMs) also by assigning VMs to appropriate host and distributing resource utilization among all hosts. By making the most use of the resources at hand and reducing resource consumption, load balancing allows for scalability, performance maximization, and response time reduction. It has been found that cloud computing and data mining strategies both assist businesses in maximizing profits and reducing expenses in several methods. Since cloud computing works with big data centers, enormous amounts of data must be accessed at once. As a result, it affects the performance. Thus, it appears that using a quick and accurate clustering algorithm is a preferable choice for cloud computing. Clustering is an approach used in to categorize related objects into clusters. Large datasets are clustered quickly and accurately using the k-means clustering algorithm. It entails dividing the given data set into distinct numerical groups known as clusters, with each cluster being linked to a center point (centroid) while assigning every point to the cluster that includes the nearest centroid. K-means clustering aims to partition a group of objects to K clusters so the sum of the squared distances among the objects and the assigned cluster mean is reduced. The k-mean clustering approach for containers is proposed in this paper to improve load balancing and reduce resource execution times while increasing the resource utilization rate for containers and VMs. The proposed approach is compared to

the FCFS in terms of execution time and maintains significant improvement of the resource utilization among virtual machines and physical machines. More precisely, the major contribution of this paper might be summed up as follows:

- a) Provides a detailed analysis of different types of clustering algorithms and compare between different cluster models
- b) Introduces and implements a K-mean clustering algorithm for containers
- c) Comparing the result of the proposed algorithm with FCFS algorithm

The format of this paper is as follows: Section II introduces the related work. Section III identifies the basic k-mean clustering algorithm. Section IV presents the proposed k-mean clustering algorithm for containers. Section V covers the implementation and simulation results. Finally, future work and the conclusion are discussed in Section VI.

2 RELATED WORK

This section reviews the most current studies that use the k-mean clustering algorithm in cloud computing environments to allocate resources. Geetha Muthusamy et al. [7] proposes a cluster-based task scheduling (CBTS) framework using K-Means clustering that takes task length and virtual machine capacity into account. In this case, the VMs are categorized according to their processing capacity, and the tasks are grouped according to their length. Following clustering, each cluster's particular work is scheduled to the proper virtual machine inside the VM groups. The goal of the suggested system's dynamic load balancing is to reduce the execution time and makespan. The paper drawback is that the task length is the only factor that forms the clusters. A task's completion time may be restricted by its deadline. As a result, while creating task clusters, the deadline may also be added as a feature of the tasks. This work is done for virtual machines allocation only.

Law S. Xue et al. [13], [14] create a model for batch processing load balancing in cloud computing environments using clustering and Principal Component Analysis (PCA). The utilization of multivariate statistical approaches has been examined in this research, which has helped to build a load balancing strategy. A novel method of taking into account heterogeneous variables that describe physical hosts has therefore been developed, and it is based on PCA. K-means clustering has been used to further determine the variations in the computational resources of the physical host. The clusters were performed using PCA and a clustering algorithm according to the physical host-related parameters such as bandwidth, Random Access Memory (RAM), storage, and Million Instructions per Second (MIPS). Furthermore, the approach has been shown to improve load balancing performance in terms of response time, throughput, makespan, waiting time compared to the Round Robin (RR) and FCFS algorithms. The paper shortage is that it does not use containers to enhance the resource utilization in cloud computing datacenters.

S. Asha et al. [15] utilizes the K-means clustering technique. Based on RAM capacity, the virtual machines are grouped using the k-means clustering technique. In order to maximize processing time, this paper focuses on job scheduling using virtual machine clustering utilizing particle swarm optimization (PSO). An open source cloud platform (CloudSim) was used to model the outcome of cluster-based PSO. Ultimately, the findings showed that the suggested approach has lowered the makespan when contrasted with the current scheduling techniques. The drawback of this paper is that the clustering is based on single criteria only (RAM).

Thilagavathi et al. [16] adopts an agent-based strategy to handle the problem of energy efficiency in a cloud data center through server consolidation, energy-efficient scheduling, and initial VM allocation. The k-means clustering technique is utilized to accomplish the initial virtual machine allocation. The new clustering agent is essential for cutting down on reaction time and energy usage. The frequency of VM migrations, the energy used, and the response time for assigning VMs to incoming requests are used to gauge performance. A clustering agent is used to cluster the hosting servers. It has been noted that effective procedures for choosing target servers and virtual machines aid in achieving load balancing. The suggested approach lowers the number of migrations because of the positive initial VM allocation. Additionally, it demonstrates improvements in response time as the volume of customer queries rises. The disadvantage is that authors didn't address dynamic threshold adjustment and live migration heuristics to enhance the energy efficiency in a cloud computing environment.

Vrajesh Sharma et al. [17] developed a new credits-based scheduling algorithm to improve cloud computing speed and efficiency while removing the shortcomings of the widely used or current method. The suggested system employs the modified K-means clustering technique to classify the cloudlets and virtual machines (VMs), taking into account four real-time parameters: Task-Priority, Task-Length, Cost, and Deadline as credits. The suggested approach has been tested and implemented using CloudSim 3.0.3, a cloud simulation tool. The suggested scheduling algorithm outperformed the priority-based scheduling strategy that was previously in use, as demonstrated by the experimental and simulated findings presented in this study. The paper drawback is that their scheduling technique is not applied on a real cloud container datacenter

In this study, a novel approach using a k-mean clustering algorithm for containers may be offered by task scheduling algorithms based on Multi-criteria based clustering, which enable the effective scheduling of a large number of containers based on container multi-criteria MIPS, RAM, bandwidth, storage. In order to improve load balancing and reduce resource execution times while simultaneously increasing resource utilization rates, this study proposes a k-mean clustering approach for containers.

3 BASIC K-MEAN CLUSTERING ALGORITHM

K-means is an unsupervised machine learning technique for data clustering. It can group unlabeled data based on similarities (k) into a predetermined number of clusters. In K-means, the letter "K" denotes the number of clusters the algorithm was able to detect from the available data. The dataset is divided into K pre-defined unique, non-overlapping subgroups, or clusters, via the iterative K-means method, ensuring that each data point belongs to a single group. The objective is to preserve as much space between the clusters and as much similarity as is practical between the intra-cluster data points. The procedure entails clustering data points to minimize the total squared distance between each cluster's centroid, which is the arithmetic mean of all the data points in that cluster. When variation inside a cluster decreases, the homogeneity of data points within the cluster rises. Following are the steps of the basic k-mean clustering algorithm:

- 1- Indicate the number of clusters, K
- 2- Select K elements at random from the entire available data sample. These K samples will be used as temporary centroids, commonly known as the mean
- 3- There are currently $(n - k)$ data samples remaining. Compute the sum of the squared distance between data points and all centroids. If there is a minimal and equal distance between the two clusters then we may select any cluster and insert that sample into it
- 4- Updating centroids so the new centroids for each cluster will be determined once overall data points are assigned to one. This time, however, the centroid computation will be predetermined. The data points mean allocated to that cluster is used to compute the new centroid. We will have K centroids at this stage, which differ from the randomly selected K samples that were previously chosen
- 5- Continue iterating until the centroids remain unchanged. i.e., the distribution of data points among clusters remains constant. There will be no or negligible movement of samples among clusters. K-means clusters the data samples into the required number of clusters. The pseudocode of the basic k-mean clustering technique is presented in Algorithm 1

Algorithm 1 Basic K-means Clustering Algorithm

Input: Number of clusters (k), n data samples.

Output: Centroid of every discovered cluster, and the assignment of each receiving datum to a cluster.

/K means initialization/

Data-samples = $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]$

Initialize-k-means = $[x_1, x_2, \dots, x_k]$

/Assigning data points within any of the K clusters/

for all $(n-k)$ sample **do**

 track-minimum-distance

for all K selected means **do**

 Compute sample distances from each of the chosen K means.

 Assign the sample in the cluster that has the shortest distance from it.

end for

end for

 / Updating centroids/

for all K -means **do**

 Compute the updated mean values.

end for

 Repeat the aforementioned loops until the centroid does not update.

K-means clusters the data samples into the required number of clusters.

K-Means clustering algorithm is high performance clustering algorithms and so it is the most popular and widely used algorithm for grouping data points into clusters. In a cloud environment, data is growing at an exponential rate. Consequently,

it's imperative to manage this massively diverse data, which might be both structured and unstructured. This data can be managed at different levels in cloud. Thus, it appears that using k-mean clustering task scheduling algorithm for containers and virtual machines is a preferable choice for cloud computing. The next section will present the proposed K-mean clustering scheduling algorithm for cloud computing containers

3.1 K-MEAN DISTANCE CALCULATION

Distance measures are crucial for gauging how similar the dataset is to one another. Finding the relationships between data sets, the ways in which different data are similar or unlike from one another and the metrics that are used for comparison are all important. The distance metrics function—which is used to cluster data—is computed for this purpose. This paper uses Manhattan distance and Euclidean distance as follows

- Manhattan distance

The Manhattan distance calculates the absolute differences among two objects' coordinates as shown in eq. 3.1

$$ManhDist = |p1 - q1| + |p2 - q2| \quad (\text{Eq. 3.1})$$

The generalized n-dimensional space formula is shown in eq 3.2:

$$ManhDist = \sum_{i=1}^n |pi - qi| \quad (\text{Eq. 3.2})$$

Where,

- n = number of dimensions
- pi, qi = data points

- Euclidean distance

Euclidean Distance denotes the shortest path between two vectors. It is the square root of the total of the squares of the differences between comparable elements as shown in eq. 3.3

$$EuclDist = \sqrt{(p1 - q1)^2 + (p2 - q2)^2} \quad (\text{Eq. 3.3})$$

For n-dimensional space the formula is shown in eq. 3.4

$$EuclDist = \sqrt{\sum_{i=1}^n (pi - qi)^2} \quad (\text{Eq. 3.4})$$

4 K-MEAN CLUSTERING SCHEDULING ALGORITHM FOR CLOUD COMPUTING CONTAINERS

For effective resource usage optimization, multi-objectives-based container scheduling algorithms must map containers to VMS in an optimal manner. Clustering is a technique used for enhancing cloud computing resource utilization. One crucial step in raising cloud computing's overall performance is task scheduling. To cut down on processing time, clustering-based task scheduling methods, which enable the effective scheduling of a large number of containers based on container multi-criteria, may offer a promising approach to the aforementioned problem. The containers and virtual machine clustering method makes use of the K-means clustering algorithm. Based on MIPS, RAM, and BW capacity, the containers and virtual machines are grouped using the k-means clustering technique. In order to improve load balancing and reduce resource execution times while simultaneously increasing resource utilization rates, this study proposes a k-mean clustering approach for containers

The pseudocode of the proposed K-mean clustering scheduling algorithm for cloud computing containers is presented in Algorithm 2.

Algorithm 2 K-mean Clustering Scheduling Algorithm for Cloud Computing Containers

Input: Container list, VM list, Number of clusters (k), n data samples.

Output: Allocation of containers on VMs

/Cloudsim initialization/

Initialize CloudSim by creating the Datacenter Broker, containers, virtual machines and cloudlets.

Provide the unallocated container list and unassigned VM list to the Datacenter broker

/Clustering the containers using k means /

for each container in containerlist

 Get the values of MIPS and RAM and bandwidth size of each container

end for

Apply Modified k-means clustering algorithm on the containers and aggregate them into three clusters high, medium, and low

/ Clustering the VMs using k means

for each VM in VMlist

 Get the values of MIPS and RAM and bandwidth size of each VM

end for

Apply Modified k-means clustering algorithm on the VMs and aggregate them into three clusters high, medium, and low

for each container in containerlist

Assign container to VM of appropriate cluster

vindex++

if Vindex=VmListSize

{

Vindex =0;

}

end for

Apply descending sort on container and VMs in clusters.

Mapping of the container to the VM

for each container do

 Assign container to VM of appropriate cluster

 Increment the VM

 if VMmax >= ListSize

 {

 VNindex=0;

 }

end for

sendNow (container id, virtual machine id)

Firstly, the Datacenter Broker, virtual machines, and cloudlets are created as part of the initialization of the CloudSim simulator. Datacenter Broker receives the list of unallocated containers and unassigned VMs. The Modified K-means clustering algorithm is utilized to categorize the containers and further dividing them into three categories. Low, medium, and high, in decreasing order. Datacenter broker calculates each virtual machine's processing capacity based on RAM, size, bandwidth, and MIPS and deploys the K-means clustering technique on VMs to group or classify them into three categories low, medium and high then assign the containers to VM of appropriate cluster.

5 IMPLEMENTATION AND SIMULATION RESULTS

This section verifies the suggested placement strategies, which are subsequently assessed using ContainerCloudSim simulator.

5.1 IMPLEMENTATION ENVIRONMENT

ContainerCloudSim [12] offers support for simulation and modeling of cloud computing infrastructures with containers including interfaces for managing the CPU, memory, and storage resources of hosts, virtual machines (VMs), containers, and data centers. Features that let researchers compare and experiment with different container scheduling and provisioning

strategies. Studying how well provisioning algorithms allocate resources in an energy-efficient manner. Support for simulation scalability is necessary since there are far more containers in Container-as-a-Service (CaaS) environment than there are virtual machines in a data center.

5.2 PERFORMANCE METRICS

Several experiments were conducted and analyzed using the following metrics in order to provide a thorough examination of the recommended algorithm to compare and assess the performance of the algorithm:

Simulation Time (ST): It is the amount of time, measured in seconds, that is spent performing an experiment. It is the overall time needed to finish a set of tasks.

Throughput: is the number of jobs that a computer system will complete in a predetermined period of time. The overall performance of a system is assessed based on its throughput.

CPU Utilization: It is a relative indicator of the amount of non-idle processing occurring. The amount of real-time processing is shown by the ratio of the amount of time spent on non-idle processing.

5.3 PARAMETER SETTING

We assess the effectiveness of our suggested K-mean clustering scheduling technique for cloud computing containers using the ContainerCloudSim platform and compare it to alternative task scheduling algorithms. The setting of the parameters of the proposed algorithm which provide us the best performance is illustrated in Table 2. We set the number of clusters of the containers and VMs to 3 categories low, medium and high then the containers are assigned to the appropriate VM cluster. We use Euclidean distance and the Manhattan distance for distance calculation

Table 2. ContainerCloudSim Parameter Setting

Type	Parameters	Value
Containers	CONTAINER_TYPES CONTAINER_MIPS CONTAINER_PES CONTAINER_RAM CONTAINER_BW	3 4658, 9320, 18636 1 128, 256, 512 2500
Virtual Machine	VM_TYPES VM_PES VM_RAM VM_BW VM_SIZE	4 2, 4, 1, 8 1024, 2048, 4096, 8192 100000 2500
Hosts	HOST_TYPES HOST_MIPS HOST_PES HOST_RAM HOST_BW HOST_STORAGE	3 37274 4, 8, 16 65536, 131072, 262144 1000000 1000000

5.4 EXPERIMENTAL RESULTS

A comparison is made between our k-mean clustering scheduling technique for cloud computing containers and the First-Come-First-Served (FCFS) approach [17]. Requests are automatically processed by FCFS and are queued in the order that they are received. It is the simplest CPU scheduling algorithm that is currently available.

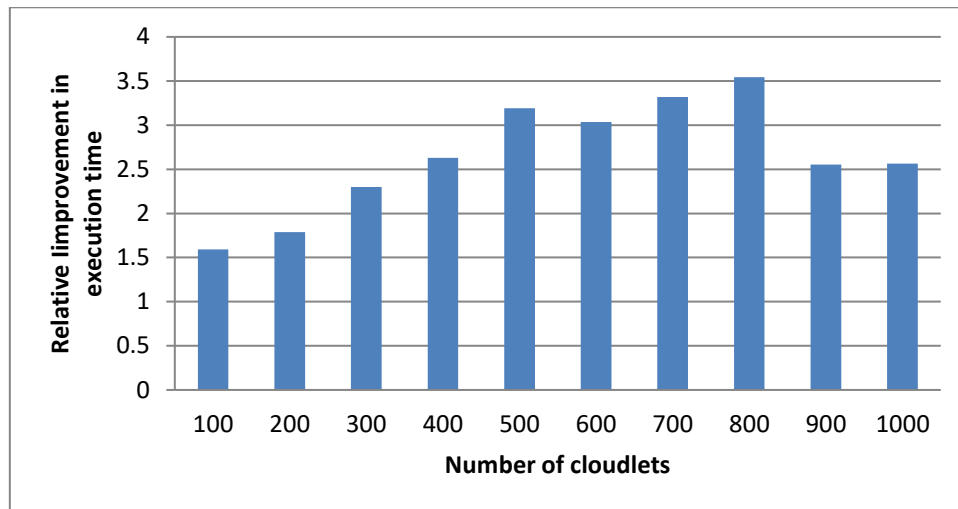


Fig. 1. Relative improvement in execution time of the proposed k-mean algorithm w.r.t FCFS algorithm

The relative increase in execution time of the suggested k-mean approach for containers in comparison to the FCFS algorithm is displayed in Fig. 1. It is demonstrated that the suggested approach minimizes the needed time while achieving a good balance of system loads. We see that when the number of cloudlets grows, the relative response time rises linearly. It performs best when there are 800 cloudlets because the execution time advantage over the FCFS method is just 3.5%. The relative improvement in execution time is 3.2%, 3%, and 3.4% for 500, 600, and 700 cloudlets, respectively. When the number of the cloudlets is 100 the relative improvement in execution time is the worst since it is about 1.6%.

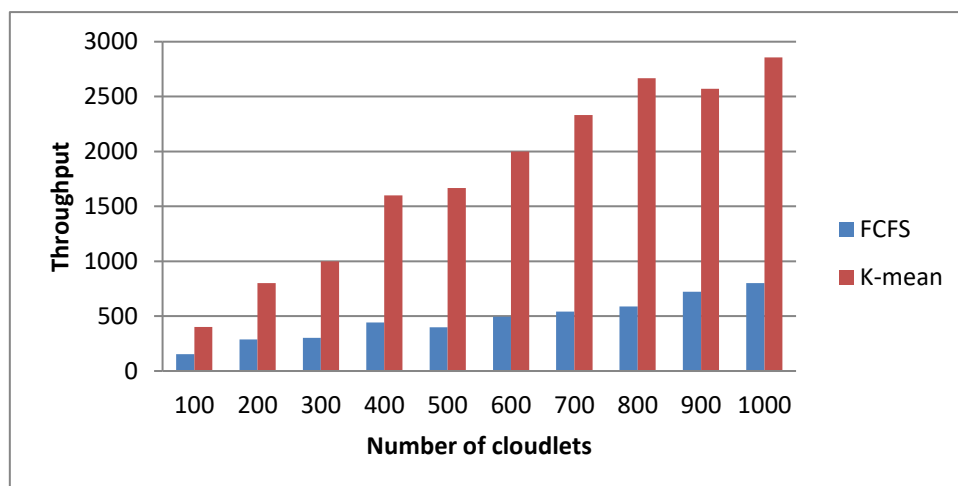


Fig. 2. Throughput

Fig. 2 illustrates that the suggested technique outperforms FCFS in terms of throughput across all cloudlets. A portion of the cloudlets that we sent were successful, while some were unsuccessful. The suggested technique performs best when there are 1000 cloudlets, which allows for the optimal placement of containers on virtual machines (VMs) with lower response times and higher throughput. When there are only 100 cloudlets, the algorithm performs worst.

6 CONCLUSION

For effective resource use optimisation, multi-objectives-based container scheduling algorithms must map containers to VMS in an optimal manner. Clustering-based task scheduling methods, which enable the effective scheduling of a large number of containers based on container multi-criteria, may offer a fresh approach to the aforementioned problem. This paper suggests a k-mean clustering technique for containers in order to enhance load balancing, decrease resource execution times, and increase resource utilization rates at the same time. The experimental findings demonstrate that, in terms of execution

time and throughput, the suggested approach outperforms the FCFS algorithm. According to the experimental findings, the suggested method outperforms alternative algorithms by a margin of 35%. Instead of using simulation in the future, we can implement the suggested k-mean allocation technique on an actual platform. In order to optimize the placement of containers on virtual machines, we can also experiment with various machine learning methods.

REFERENCES

- [1] N.Valarmathy and S.Krishnaveni, «Performance Evaluation and Comparison of Clustering Algorithms used in Educational Data Mining», *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, Vol. 7, pp. 103–113, April 2019.
- [2] C. Zhang, W. Huang, and T. Niu, «Review of Clustering Technology and Its Application in Coordinating Vehicle Sub systems», *Automot. Innov.*, vol. 6, pp. 89–115, 2023. <https://doi.org/10.1007/s42154-022-00205-0>.
- [3] K.Kameshwaran, K.Malarvizhi, « Survey on Clustering Techniques in Data Mining», *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*, Vol. 5, no. 2, pp. 2272-2276, 2014.
- [4] P. H. Ahmad and S. Dang, «Performance Evaluation of Clustering Algorithm Using Different Datasets», *Journal of Information Engineering and Applications*, Vol.5, No.1, pp. 36–49, 2015.
- [5] A. Fahim, «A varied density-based clustering algorithm», *Journal of Computational Science*, Vol. 66, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2022.101925>.
- [6] A. Sarmiento, I. Fondón, Iván Durán-Díaz, and Sergio Cruces, «Centroid-Based Clustering with $\alpha\beta$ -Divergences», *Entropy*, vol. 21, no. 2, 2019. <https://doi.org/10.3390/e21020196>.
- [7] G. Muthusamy, S. R. Chandran, «Cluster-based Task Scheduling Using K-Means Clustering for Load Balancing in Cloud Datacenters», *Journal of Internet Technology*, Vol. 22, No.1, pp. 121–130, 2021.
- [8] A. Priyadarshini, S. K. Pradhan, S. Pattnaik, S. R. Laha, and B. K. Pattanayak, «Dynamic Task Migration for Enhanced Load Balancing in Cloud Computing using K-means Clustering and Ant Colony Optimization», *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 11, no. 7, pp. 156–162, July, 2023.
- [9] A. Abdelsamea, S. M. Nassar, and H. Eldeeb, «The past, present and future of scalable computing technologies trends and paradigms: A survey,» *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 30, no. 1, pp. 199–214, July 2020.
- [10] V. Sharma, M. Bala, «A Credits Based Scheduling Algorithm with Kmeans Clustering», *First International Conference on Secure Cyber Computing and Communication (ICSCCC)*, pp. 82–86, 2018.
- [11] A. M. Hafez, A. Abdelsamea, A. A. El-Moursy, S. M. Nassar and M. B. E. Fayek, «Modified Ant Colony Placement Algorithm for Containers,» *2020 15th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES)*, Cairo, Egypt, pp. 1-6, 2020, doi: 10.1109/ICCES51560.2020.9334671.
- [12] W. Zhang, L. Chen, J. Luo, and J. Liu, «A two-stage container management in the cloud for optimizing the load balancing and migration cost», *Future Generation Computer Systems*, vol. 135, pp. 303–314, <https://doi.org/10.1016/j.future.2022.05.002>
- [13] L. S. Xue, N. Abd Majid, E. A. Sundararajan, «A Principal Component Analysis and Clustering based Load Balancing Strategy for Cloud Computing», *TEM Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 93-100, 2020, <https://doi.org/10.18421/TEM91-14>.
- [14] L. S. Xue, N. A. Abd Majid, and E. A. Sundararajan, «Dynamic Virtual Machine Allocation Policy for Load Balancing using Principal Component Analysis and Clustering Technique in Cloud Computing», *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, Vol. 10, No. 3-2, pp. 47–52, 2018.
- [15] S.Asha, P.Deepa, R.Gowtham, K. Kousalya, « Cluster based Task Scheduling in Cloud Environment using PSO Framework», *International Journal of Advanced Research Trends in Engineering and Technology (IJARTET)*, Vol. 4, pp. 12–18, March, 2017.
- [16] T. Narayanamoorthy, D. D. Dharani, R. Sasilekha, V. Suruliandi, and V. R. Uthariaraj, «Energy efficient load balancing in cloud data center using clustering technique,» *International Journal of Intelligent Information Technologies*, vol. 15, no. 1, pp. 84–100, 2019.
- [17] V. Sharma, M. Bala, «An Improved Task Allocation Strategy in Cloud using K-means Clustering Technique», *Egyptian Informatics Journal*, Vol. 21, pp. 201-208, 2020.<https://doi.org/10.1016/j.eij.2020.02.001>
- [18] S. F. Piraghaj, A. V. Dastjerdi, R. N. Calheiros, and R. Buyya, « ContainerCloudSim: An environment for modeling and simulation of containers in cloud data centers», *SOFTWARE: PRACTICE AND EXPERIENCE*, vol. 47, pp. 505–521, 2017.

Evaluation of the Availability of Exchangeable Soil Bases Under Cotton in the Ouangolodougou Production Basin (North of Côte d'Ivoire)

Kouassi Koffi Djinkin Samuel¹, Zoro Bi Gohi Ferdinand¹, Kouadio Koffi Hypolith¹, Hamouda Ach², Bakayoko Sidiky¹, and Soro Dognimiton¹

¹Agricultural Production Improvement Laboratory, URF-Agroforestry, University Jean Lorougnon Guédé BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Olam Agri BP 200 Abidjan 15, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 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: Ongoing soil degradation under cotton is a constant concern for farmers in cotton-growing basins. The aim of the study was to assess soil fertility under cotton in the Ouangolodougou production basin. To do this, soil sampling of the 0-15 cm horizon was carried out in the 15 sections that make up the Ouangolodougou production basin over four (4) successive cropping campaigns from 2017-2018 to 2019-2020. Chemical analyses of soil samples were carried out on the following parameters: exchangeable calcium (Ca^{2+}), exchangeable magnesium (Mg^{2+}), exchangeable potassium (K^+) and Ammonical Nitrogen N-NH_4^+ . Results indicate that the levels of N-NH_4^+ and exchangeable bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) are below the average threshold values over the 4 successive tracked campaigns. Also, results demonstrated a sectional basis effect of cotton cultivation on N-NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ .

KEYWORDS: exchangeable basis, cotton, soil, fertility.

1 INTRODUCTION

In north Côte d'Ivoire, cotton plays a very important socio-economic role. It is a direct source of pecuniary income for 200,000 farmers (Aïwa, 2015). However, Ivorian cotton production is limited by a number of constraints. In recent years, yields have stagnated or even fallen, which could be explained by an upsurge in parasitism, despite extensive use of pesticides and chemical fertilisers (Hema, 2004). With strong demographic growth and the rapid expansion of cotton-growing areas, the fallow practice traditionally used to restore soil fertility is increasingly being abandoned in favour of continuous cropping (Le Guen, 2004, Sedogo, 2008; Gbakatchetche et al., 2010). Continuous cropping is followed by a rapid deterioration in soil fertility, resulting in a steady decline in crop yields (Traoré et al., 2007; Annabi et al., 2009; Koulibaly et al., 2010). Restoring the fertility of agricultural land and improving crop yields are two major challenges for farmers. It must be acknowledged, nonetheless, that little has changed in Côte d'Ivoire's cotton studies regarding fertilization.

Little information is available on the edaphic (physical, chemical and biological) characteristics of the various cotton production zones (Emmanuel *et al.*, 2018), particularly the Ouangolodougou region. Much work should be done on investigating mineral deficiencies a. In this context our study aimed to characterize the state of soil fertility in the Ouangolodougou region by assessing the availability of exchangeable bases.

2 MATERIALS AND METHODS

STUDY AREA

The work was carried out in the cotton-growing basin of the Tchologo administrative region (9° 35' 00" north, and 5° 11' 00" west), specifically in the Ouagadougou zone, which covers an area of 766 km² (Fig 1). The Ouangolodougou cotton-growing area is located in the savannah region of northern Côte d'Ivoire. The climate is of the Sudanese type, with two main seasons: a dry season from November to April, characterised by the harmattan and peaking in December and February, and a rainy season from May to October, with rainfall peaks in August and September. Average annual rainfall is between 1,000 mm and 1,200 mm. Ferralitic soils are found in this part of Côte d'Ivoire (Coulibaly *et al.* 2016). The soils of the lowlands belong to the hydromorphic soil class. However, apart from these two

major classes, we encounter the following minor classes: crude mineral soils, soils that are not very advanced, tropical ferruginous soils, vertisols and brownified soils.

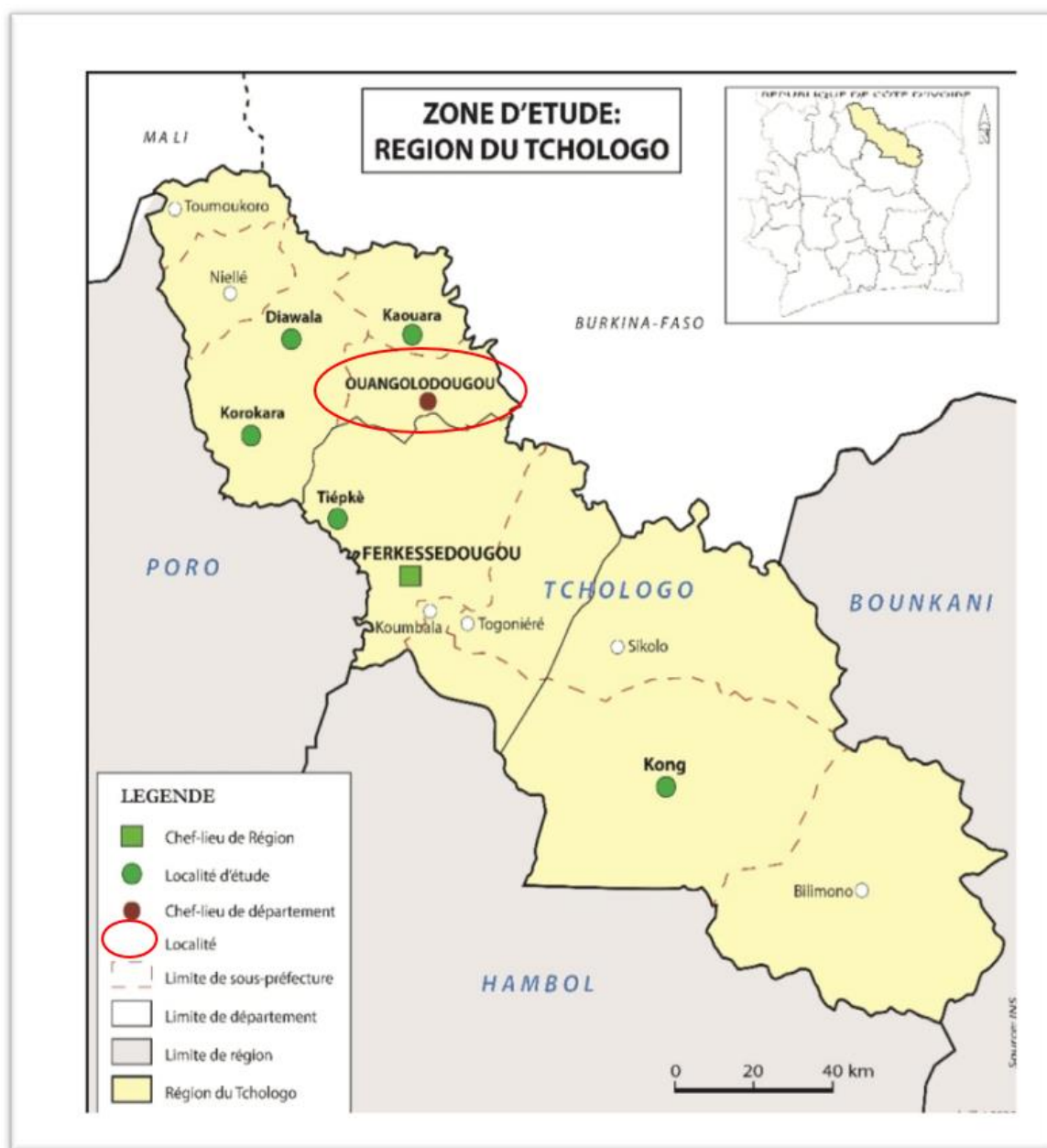


Fig. 1. Map of the Tchologo region, showing the department of Ouangolodougou

PLOTS SELECTION

A preliminary survey was carried out to select the plots. We choose plots where the farmers followed the technical itinerary recommended by the Company for the Exploitation of Cotton (SECO), the operator mandated by the Fonds Interprofessionnel for Agricultural Research and Advisory Services FIRCA to advise cotton growers throughout the Tchologo zone. Thirty (30) cotton plots, each with a surface area of 1 ha, were selected in Ouangolodougou. They are spread over the fifteen (15) sections of the department, with two (02) plots per section.

The plots were ploughed mechanically using ox-drawn teams to loosen the soil by turning over in strips. They were also fertilised with NPKSB fertiliser (15-15-15-6-1) at a rate of 200 kg/ha applied 15 days after seedling and urea at a rate of 50 kg/ha applied 45th day after emergence.

The trials were carried out on the same plots throughout the experiment.

COLLECTION OF SOIL SAMPLES

Soils were sampled over four (4) successive campaigns from 2017-2018 to 2019-2020 in order to determine the status of ammoniacal nitrogen N-NH_4^+ and exchangeable bases in the 15 sections. Samples were taken each time, just after the first rains in May. Sampling of each plot followed a Z-shaped itinerary. Each time, we took 20 elementary samples, which were mixed to form a composite sample that would be representative of the entire plot. The sampling depth was 15 cm, which corresponds to the useful depth exploited by the assimilating roots. The samples were taken using an auger. The soil samples were mixed in a plastic bucket as they were taken. At the end of sampling, the samples were thoroughly mixed in the container and approximately one kilogram of soil was retained for analysis. The composite samples were bagged, labelled, and stored in a cool and dry place away from direct sunlight and moisture. They were conveyed within the coming seven (7) days of sampling to the water-soil-plant laboratory of the Higher School of Agronomy (ESA) at the Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny of Yamoussoukro (INPHB), for analysis.

LABORATORY ANALYSIS

Samples were air-dried, crushed and then sieved to 2 mm. The actual analyses were carried out on the fine soil ($< 2\text{ mm}$). Exchangeable calcium (Ca^{2+}), exchangeable magnesium (Mg^{2+}) and exchangeable potassium (K^+) were determined using the ammonium acetate saturation method at pH 7. The Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ contents of the solution were determined by atomic absorption spectrometry (Pansus and Gautheyrou 2003).

The N-NH_4^+ content of the soil was determined using the Tie method (1995): 5 g of fine soil sieved to 2 mm was brought into contact with 25 ml of hydrogen peroxide (H_2O_2) at 50% quality technique. The obtained suspension was then placed in an oven at 60°C for 6 h, then diluted with KCl (1 M). The mixture was filtered and thereafter distilled using the Kjeldahl method (Sarf 1988).

STATISTICAL ANALYSIS

All the data obtained were subjected to an analysis of variance using IBM-SPSS statistical software, where comparisons of means were made at the 0.05 significance level using the Newman-Keul test. Moustache box plots were produced using R 3.14 software.

3 RESULTS

The results show that soil properties vary sectionwise (Tables 1, 2, 3 and 4). N-NH_4^+ levels varied significantly at the 0.05 threshold in the 15 sections over the four (4) monitoring campaigns from 2017 to 2019. Statistical analysis showed a variation in the N-NH_4^+ rate from 0.08 g/kg in the Torla section to 0.31 g/kg in the Soumailavogo section in 2017; from 0.16 g/kg in the Torla soils to 0.51 g/kg in the Benifesso soils in 2018, and from 0.13 g/kg in the Oumarvogo soils to 0.35 g/kg in the Ladjivogo soils in 2019. However, this rate did not vary significantly in 2020 ($p > 0.05$). Ca^{2+} content varied significantly ($p < 0.05$) over the 4 years. It was significantly higher in the soils of Diarratchè (3.02 cmol/kg) in 2017, Koussanga (2.05 cmol/kg) in 2018, Ouangolo (1.49 cmol/kg) in 2019 and Nambigué (2.13 cmol/kg) in 2020. The results of the analysis of variance indicate that Mg^{2+} levels varied significantly ($p < 0.05$) from 2017 to 2020 except in 2018 ($p > 0.05$). These levels varied from 0.34 cmol/kg in the Koussanga soils to 0.87 cmol/kg in the Gnanmandô soils in 2017; from 0.24 cmol/kg in the Gnanmandô section to 0.64 cmol/kg in the Ouangolo section in 2019 and from 0.42 cmol/kg in the Ladjivogo soils to 0.93 cmol/kg in the Koussanga soils in 2020. Potassium (K^+) levels in the various localities varied significantly ($p < 0.05$) from 2017 to 2019. The highest levels were found in the soils of Ouangolo (0.23 cmol/kg), Pleuhouo (0.44 cmol/kg) and Ouangolo (0.14 cmol/kg), in 2017, 2018 and 2019 respectively. However, in 2020 the different localities had statistically identical potassium levels. Statistical analyses showed an effect of the cotton-growing section on N-NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ levels. The levels obtained were below the average threshold value. This indicates that the soils under cotton in the various sections are devoid of nitrogen and exchangeable bases. Furthermore, within the same locality, N-NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ levels did not vary significantly at the 0.05 threshold over the 4 years (Fig 2).

Table 1. *N-NH₄⁺ and exchangeable base content of sub-cotton soils of the 15 sections during the 2017-2018 season*

Section	N-NH ₄ ⁺ (g/kg)	Ca ²⁺ (cmol/kg)	Mg ²⁺ (cmol/kg)	K ⁺ (cmol/kg)
Barrovogo	(0,13 ± 0,05) ab	(1,01 ± 0,65) ab	(0,46 ± 0,09) ab	(0,06 ± 0,01) ab
Benifesso	(0,14 ± 0,08) ab	(1,17 ± 0,79) abc	(0,58 ± 0,17) ab	(0,08 ± 0,03) abc
Dabavogo	(0,14 ± 0,09) ab	(1,82 ± 2,32) bc	(0,48 ± 0,17) ab	(0,08 ± 0,06) abc
Diarratchè	(0,30 ± 0,00) d	(3,02 ± 1,51) d	(0,68 ± 0,23) c	(0,15 ± 0,00) c
Gnanmandô	(0,24 ± 0,09) cd	(1,88 ± 0,98) bc	(0,87 ± 0,53) d	(0,05 ± 0,03) a
Koussanga	(0,13 ± 0,04) ab	(1,33 ± 1,01) abc	(0,34 ± 0,20) a	(0,05 ± 0,02) a
Ladjivogo	(0,18 ± 0,08) bc	(1,53 ± 0,85) abc	(0,57 ± 0,25) ab	(0,14 ± 0,05) bc
Nambigué	(0,26 ± 0,09) cd	(1,34 ± 0,67) abc	(0,48 ± 0,24) ab	(0,10 ± 0,05) abc
Nambolvogo	(0,21 ± 0,04) bc	(1,09 ± 0,40) abc	(0,37 ± 0,15) a	(0,06 ± 0,03) a
Niorornigue	(0,13 ± 0,03) ab	(1,32 ± 0,35) abc	(0,38 ± 0,04) a	(0,07 ± 0,06) abc
Ouangolo	(0,18 ± 0,07) bc	(2,27 ± 1,06) cd	(0,63 ± 0,13) bc	(0,23 ± 0,21) d
Oumarvogo	(0,21 ± 0,12) bc	(1,213 ± 0,46) abc	(0,57 ± 0,14) ab	(0,10 ± 0,03) abc
Pleuhouo	(0,18 ± 0,13) bc	(1,30 ± 0,88) abc	(0,47 ± 0,13) ab	(0,10 ± 0,04) abc
Soumailavogo	(0,31 ± 0,08) d	(2,29 ± 0,81) cd	(0,65 ± 0,17) bc	(0,10 ± 0,05) abc
Torla	(0,08 ± 0,03) a	(0,58 ± 0,20) a	(0,41 ± 0,12) ab	(0,07 ± 0,03) abc
Ddl	224	224	224	224
<i>p</i>	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Signification	S	S	S	S
VSM	[0,5; 0,65]	3,5	1,5	0,40

Means with the same letter in the same column are not significantly different at the $\alpha < 0.05$ threshold, according to the Student-Newman-Keuls method; VSM = Mean Threshold Value.

Table 2. *N-NH₄⁺ and exchangeable base content of sub-cotton soils of the 15 sections during the 2018-2019 season*

Section	N-NH ₄ ⁺ (g/kg)	Ca ²⁺ (cmol/kg)	Mg ²⁺ (cmol/kg)	K ⁺ (cmol/kg)
Barrovogo	(0,19 ± 0,10) ab	(0,95 ± 0,57) a	(0,54 ± 0,19) a	(0,08 ± 0,05) a
Benifesso	(0,51 ± 0,82) b	(1,57 ± 1,46) abc	(0,58 ± 0,13) a	(0,14 ± 0,05) a
Dabavogo	(0,37 ± 0,18) ab	(1,48 ± 0,89) abc	(0,58 ± 0,26) a	(0,18 ± 0,07) a
Diarratchè	(0,21 ± 0,15) ab	(1,03 ± 0,57) a	(0,40 ± 0,13) a	(0,11 ± 0,04) a
Gnanmandô	(0,27 ± 0,13) ab	(1,72 ± 0,81) abc	(0,63 ± 0,12) a	(0,15 ± 0,12) a
Koussanga	(0,19 ± 0,13) ab	(2,05 ± 1,24) c	(0,73 ± 0,33) a	(0,16 ± 0,07) a
Ladjivogo	(0,27 ± 0,23) ab	(1,15 ± 1,48) ab	(0,50 ± 0,26) a	(0,10 ± 0,06) a
Nambigué	(0,36 ± 0,19) ab	(1,72 ± 0,87) abc	(0,59 ± 0,15) a	(0,17 ± 0,13) a
Nambolvogo	(0,19 ± 0,23) ab	(1,22 ± 1,10) abc	(0,39 ± 0,19) a	(0,12 ± 0,06) a
Niorornigue	(0,37 ± 0,12) ab	(1,03 ± 0,57) a	(0,45 ± 0,19) a	(0,18 ± 0,09) a
Ouangolo	(0,33 ± 0,14) ab	(1,10 ± 0,62) ab	(0,44 ± 0,09) a	(0,15 ± 0,11) a
Oumarvogo	(0,38 ± 0,20) ab	(1,93 ± 1,35) bc	(0,52 ± 0,22) a	(0,14 ± 0,08) a
Pleuhouo	(0,39 ± 0,23) ab	(1,52 ± 0,33) abc	(0,79 ± 1,24) a	(0,44 ± 0,64) b
Soumailavogo	(0,32 ± 0,12) ab	(0,90 ± 0,33) a	(0,36 ± 0,11) a	(0,11 ± 0,04) a
Torla	(0,16 ± 0,08) a	(1,32 ± 0,47) abc	(0,63 ± 0,14) a	(0,10 ± 0,08) a
Ddl	224	224	224	224
<i>P</i>	0,02	0,02	0,07	0,00**
Signification	S	S	NS	S
VSM	[0,5; 0,65]	3,5	1,5	0,40

Means with the same letter in the same column are not significantly different at the $\alpha < 0.05$ threshold, according to the Student-Newman-Keuls method; VSM = Mean Threshold Value.

Table 3. $N-NH_4^+$ and exchangeable base content of sub-cotton soils of the 15 sections during the 2019-2020 season

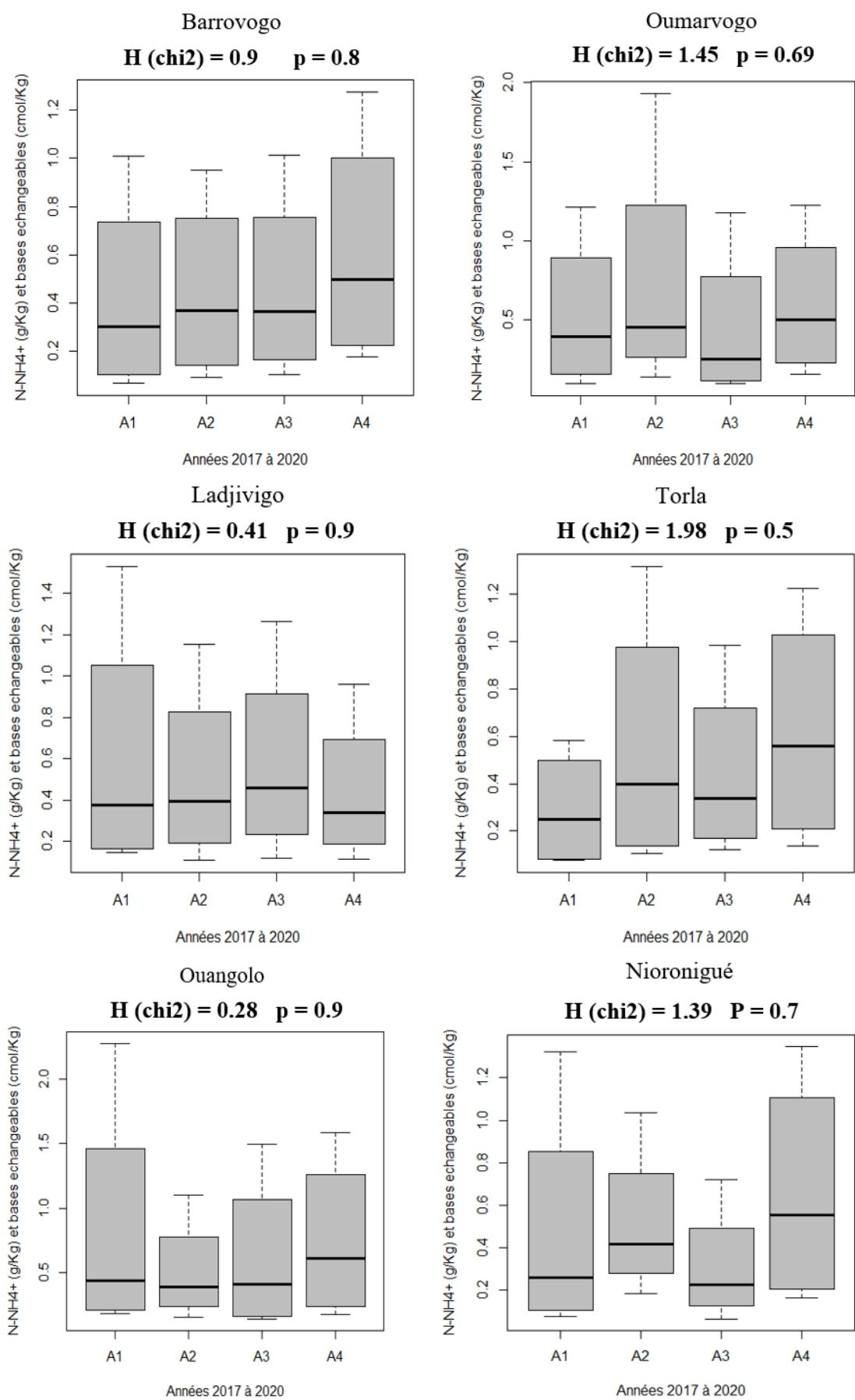
Section	$N-NH_4^+$ (g/kg)	Ca^{2+} (cmol/kg)	Mg^{2+} (cmol/kg)	K^+ (cmol/kg)
Barrovogo	(0,22 ± 0,32) a	(1,01 ± 0,52) abcd	(0,50 ± 0,15) de	((0,10 ± 0,04) abc
Benifesso	(0,15 ± 0,07) a	(1,00 ± 0,57) abcd	(0,46 ± 0,15)	(0,07 ± 0,03) abc
Dabavogo	(0,21 ± 0,09) a	(0,88 ± 0,47) abc	(0,46 ± 0,19) cd cd	(0,07 ± 0,02) abc
Diarratchè	(0,15 ± 0,03) a	(0,89 ± 0,47) abc	(0,37 ± 0,14) abcd	(0,09 ± 0,02) abc
Gnanmandô	(0,16 ± 0,06) a	(1,02 ± 0,35) abcd	(0,24 ± 0,07) a	(0,07 ± 0,02) a
Koussanga	(0,16 ± 0,04) a	(0,90 ± 0,19) abc	(0,45 ± 0,11) cd	(0,09 ± 0,02) abc
Ladjivogo	(0,35 ± 0,23) b	(1,26 ± 0,51) bcd	(0,56 ± 0,23) de	(0,11 ± 0,05) bcd
Nambigué	(0,16 ± 0,04) a	(0,97 ± 0,45) abcd	(0,28 ± 0,13) abc	(0,08 ± 0,04) abc
Nambolvogo	(0,15 ± 0,03) a	(1,35 ± 0,70) cd	(0,40 ± 0,12) abcd	(0,08 ± 0,02) abc
Niorornigue	(0,19 ± 0,10) a	(0,72 ± 0,34) ab	(0,26 ± 0,14) ab	(0,06 ± 0,02) a
Ouangolo	(0,18 ± 0,07) a	(1,49 ± 0,53) d	(0,64 ± 0,24) e	(0,14 ± 0,07) d
Oumarvogo	(0,13 ± 0,03) a	(1,18 ± 0,54) abcd	(0,37 ± 0,16) abcd	(0,09 ± 0,03) abc
Pleuhouo	(0,15 ± 0,04) a	(0,88 ± 0,60) abc	(0,40 ± 0,09) abcd	(0,06 ± 0,02) a
Soumailavogo	(0,14 ± 0,09) a	(0,65 ± 0,25) a	(0,43 ± 0,19) bcd	(0,07 ± 0,02) ab
Torla	(0,21 ± 0,03) a	(0,98 ± 0,41) abcd	(0,45 ± 0,22) cd	(0,12 ± 0,02) cd
Ddl	224	224	224	224
P	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Signification	S	S	S	S
VSM	[0,5; 0,65]	3,5	1,5	0,40

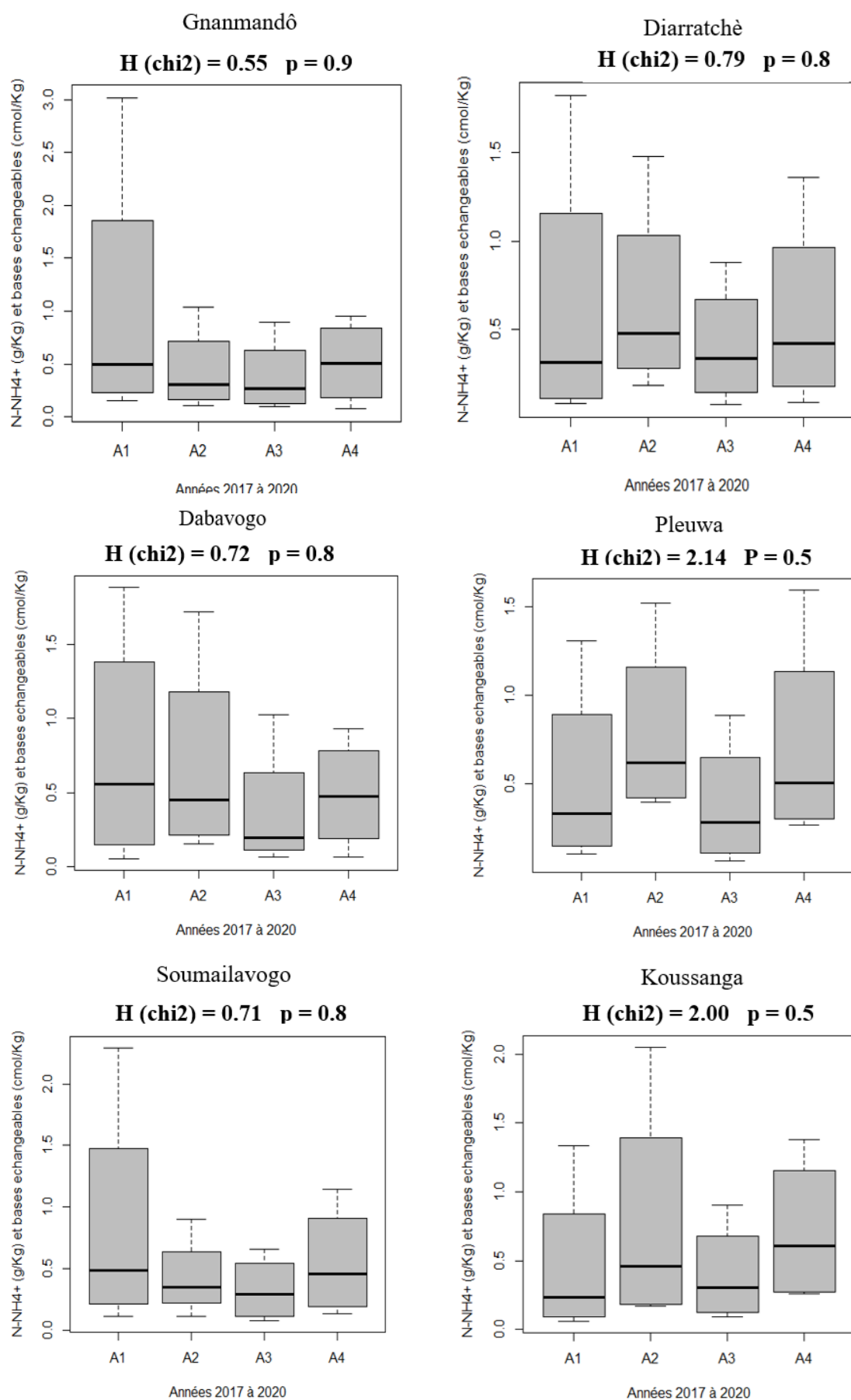
Means with the same letter in the same column are not significantly different at the $\alpha < 0.05$ threshold, according to the Student-Newman-Keuls method; VSM = Mean Threshold Value.

Table 4. $N-NH_4^+$ and exchangeable base content of sub-cotton soils of the 15 sections during the 2020-2021 season

Section	$N-NH_4^+$ (g/kg)	Ca^{2+} (cmol/kg)	Mg^{2+} (cmol/kg)	K^+ (cmol/kg)
Barrovogo	(0,267 ± 0,11) a	(1,27 ± 0,75) a	(0,72 ± 0,48) ab	(0,17 ± 0,22) a
Benifesso	(0,26 ± 0,05) a	(1,29 ± 0,99) a	(0,73 ± 0,34) ab	(0,08 ± 0,03) a
Dabavogo	(0,27 ± 0,07) a	(1,3 ± 1,15) a	(0,57 ± 0,43) ab	(0,09 ± 0,03) a
Diarratchè	(0,28 ± 0,07) a	(0,95 ± 0,29) a	(0,71 ± 0,33) ab	(0,07 ± 0,02) a
Gnanmandô	(0,31 ± 0,08) a	(0,93 ± 0,32) a	(0,63 ± 0,26) ab	(0,06 ± 0,02) a
Koussanga	(0,28 ± 0,04) a	(1,37 ± 0,55) a	(0,93 ± 0,22) b	(0,26 ± 0,35) a
Ladjivogo	(0,25 ± 0,10) a	(0,96 ± 0,50) a	(0,42 ± 0,21) a	(0,11 ± 0,06) a
Nambigué	(0,28 ± 0,01) a	(2,13 ± 0,86) b	(0,69 ± 0,11) ab	(0,12 ± 0,04) a
Nambolvogo	(0,22 ± 0,08) a	(1,35 ± 0,73) a	(0,69 ± 0,60) ab	(0,17 ± 0,25) a
Niorornigue	(0,24 ± 0,10) a	(1,34 ± 0,34) a	(0,86 ± 0,19) ab	(0,16 ± 0,25) a
Ouangolo	(0,29 ± 0,02) a	(1,58 ± 0,41) ab	(0,93 ± 0,31) b	(0,18 ± 0,22) a
Oumarvogo	(0,30 ± 0,16) a	(1,22 ± 0,63) a	(0,69 ± 0,60) ab	(0,15 ± 0,22) a
Pleuhouo	(0,34 ± 0,10) a	(1,59 ± 0,84) ab	(0,67 ± 0,36) ab	(0,26 ± 0,43) a
Soumailavogo	(0,24 ± 0,07) a	(1,14 ± 0,86) a	(0,67 ± 0,37) ab	(0,13 ± 0,08) a
Torla	(0,28 ± 0,04) a	(1,22 ± 0,69) a	(0,83 ± 0,34) ab	(0,13 ± 0,09) a
Ddl	224	224	224	224
P	0,07	0,00	0,02	0,26
Signification	NS	S	S	NS
VSM	[0,5; 0,65]	3,5	1,5	0,40

Means with the same letter in the same column are not significantly different at the $\alpha < 0.05$ threshold, according to the Student-Newman-Keuls method; VSM = Mean Threshold Value.





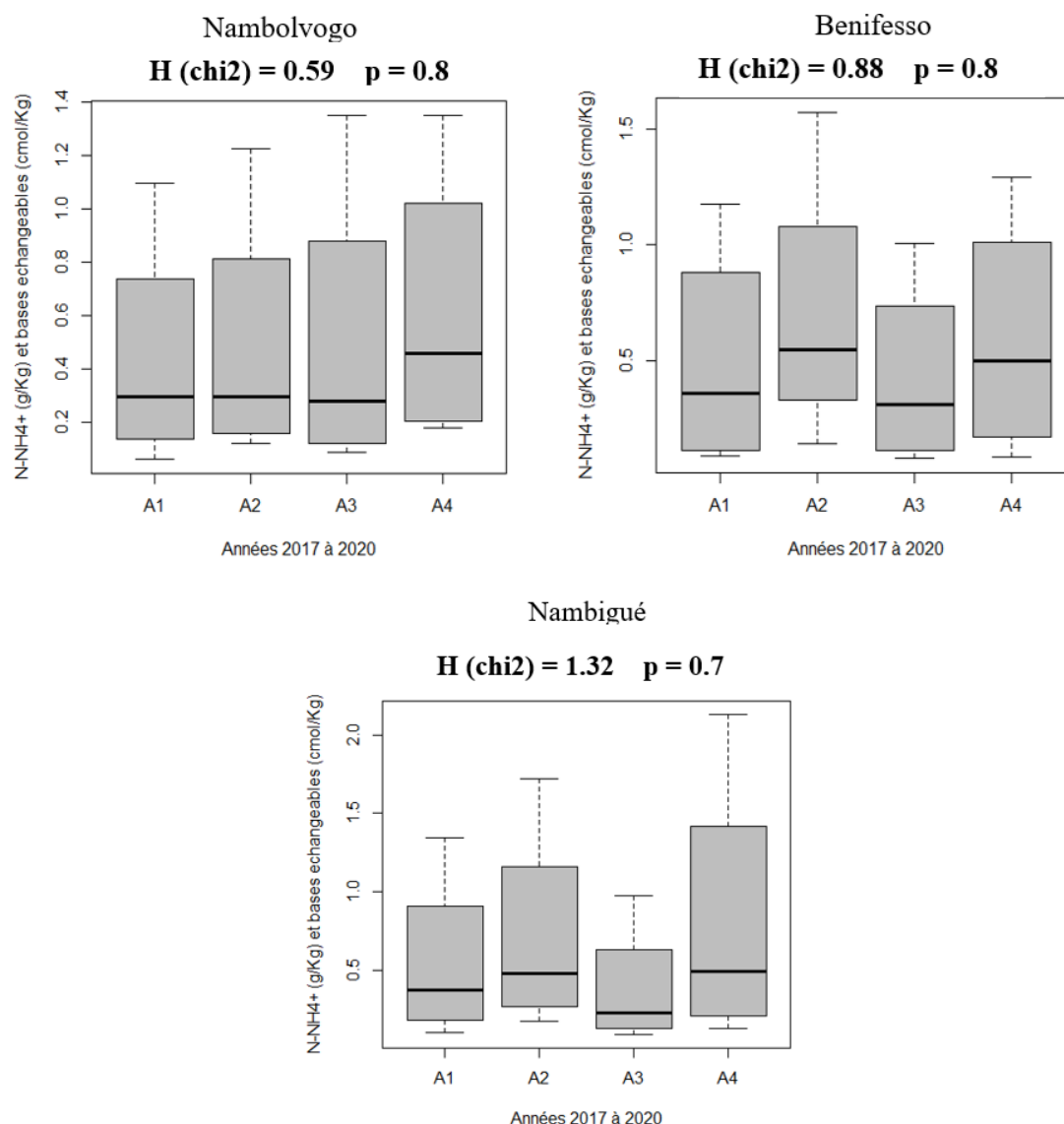


Fig. 2. Status of $N-NH_4^+$ and exchangeable bases in each section from 2017 to 2020

4 DISCUSSION

Nitrogen is the nutrient that guides the availability of other soil nutrients to plants. For this reason, it is referred to as the linchpin of cultivated soil fertility. It is present in the soil in several more or less stable forms, grouped into two: organic forms and mineral forms. Nitrogen is taken up by plants in the mineral forms NO_3^- (a form absorbed preferentially by the plant, but highly unstable and easily leached) and $N-NH_4^+$ (a form less directly absorbed by the plant, more stable than NO_3^- and transformed in the short and medium term by nitrifying bacteria in the soil into NO_3^- bioavailable to the plant). It is through the mineralisation process that organic nitrogen is transformed into mineral nitrogen that can be absorbed by plants. The estimation of $N-NH_4^+$ in the soil predicts the availability of other nutrients, enabling us to assess the chemical fertility of the soil. In view of the results recorded, the $N-NH_4^+$ content of the 15 sections from 2017 to 2020 is below the values corresponding to fertile soil, which is $[0.5; 0.65]$ g/kg $N-NH_4^+$ as emphasised by (Van der Pol F., 1992; Tie 1995). This shows an imbalance due to a lack of nitrogen in the soils under cotton in the 15 sections. These conditions of the soils under cotton in the 15 sections over these 4 successive years are largely attributable to the management methods of these soils (Kate et al., 2016). These low levels indicate that the soils under cotton in the 15 localities are poor. This nutrient poverty is evidence of soil overexploitation (Emmanuel et al., 2018). This overexploitation is the result of intensive cotton-growing, increased land pressure and an increase in the amount of land sown per farm, encouraged by the introduction of mechanisation (Valérie 2005). The use of ploughs can cause losses in mineral elements such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ , resulting in a reduction in exchangeable bases (Boyer, 1977), which could explain the exchangeable base levels below the threshold values obtained during these 4 years of study. These losses in mineral elements such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ can reach 50 to 60% after 15 years of mechanised cultivation, as pointed out by (Boyer, 1977). Deep ploughing breaks up the soil to a depth of 20-25 cm, which accelerates the leaching of nutrients and can sterilise the soil after only two or three

cropping seasons (Charrière, 1984). These low levels of exchangeable bases in soils under cotton could be explained by the absence of fallow and the monoculture of cotton in the various sections (N'goran et al., 2015; Fagaye et al., 2015).

5 CONCLUSION

The aim of this study was to assess the availability of exchangeable bases and the N-NH_4^+ factor in the 15 cotton production sections in the Ouangolodougou department. The results showed that levels varied significantly over 4 successive years. Statistical analysis showed that the levels of N-NH_4^+ and exchangeable bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) were below threshold values. To improve the poor fertility of soils under cotton, chemical fertilisers must be used rationally, while respecting the fertiliser doses prescribed after soil analysis, and the soil must be enriched with organic amendments such as compost, bokashi and biochar.

REFERENCES

- [1] Aïwa A.D. (2015). L'impact de la culture du coton sur le développement socio-économique: étude de cas de la région de Korhogo, au nord de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 11 (31): 1857-7881.
- [2] Annabi M, Bahri H, Latiri K. 2009. Statut organique et respiration microbienne des sols du nord de la Tunisie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13 (3): 401-408.
- [3] Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (Eds.) 1993. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods (2nd ed.). Wallingford: CAB International.
- [4] BOYER J, 1977. Incidence de la mécanisation sur quelques propriétés des sols tropicaux, Séminaire sur la mécanisation des exploitations individuelles des pays chauds, 28/02-01/03 1977, Paris, 13p.
- [5] CHARRIERE G, 1984. La culture attelée: un progrès dangereux, *Cahiers ORSTOM, Série Sciences Humaines*, vol. 20, n°3-4, pp 647-656.
- [6] Coulibaly L., Kouassi K.H., Emile S.G.E. & Savane I. (2016). Analyse du processus de savanisation du nord de la Côte d'Ivoire par télédétection: Cas du département de Ferkessédougou, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17 (1): 136- 143.
- [7] Emmanuel N'Goran K., Emmanuel K. K., Kouakou B. J., Gustave F. M., Kouame B., Dominique B. N., 2018. Diagnostic de l'Etat de Fertilité des Sols Sous Culture Cotonnière Dans les Principaux Bassins de Production de Côte d'Ivoire, *European Scientific Journal* November 2018 edition Vol.14, No.33 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
- [8] Fagaye, S., Coulibaly, D., Cissé, O., Patrick, D. (2015). Evaluation de l'arrière effet de la culture du coton sur la production céréalière en zone cotonnière du Mali, In M., Fok, N. Ousmane et K. Siaka (Eds.), *AGRAR-2013: 1re conférence de la recherche africaine sur l'agriculture, l'alimentation et la nutrition*, Yamoussoukro: L'agriculture face aux défis de l'alimentation et de la nutrition en Afrique: quels apports de la recherche dans les pays cotonniers, pp. 149-160.
- [9] Gbakatchetche H, Sanogo S, Camara M, Bouet A, Keli JZ. 2010. Effet du paillage par des résidus de pois d'angole (*Cajanus cajan* L.) sur le rendement du riz paddy (*Oryza sativa*) pluvial en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 22 (2): 131-137.
- [10] Hema S. A. O., 2004. Contribution à la caractérisation biochimique de la résistance de *H. armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae) au Burkina Faso. Mémoire de D.E.A., Ecole Doctoral Régionale de Biotechnologie, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 37 P.
- [11] Koulibaly B, Traoré O, Dakuo D, Zombré PN, Bondé D. 2010. Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, 28 (3): 184-189.
- [12] LE GUEN Tanguy 2004: « Le développement agricole et pastoral du Nord de la Côte d'Ivoire ».
- [13] Pansus, M., and J. Gautheyrou. 2003. *L'analyse du Sol Mineralogique, Organique et Mineral*. Paris: Springer/IRD.
- [14] S. KATE et al. 2016. Effets des changements climatiques et des modes de gestion sur la fertilité des sols dans la commune de Banikoara au nord-ouest du Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10 (1): 120-133.
- [15] Sedogo PM. 2008. Etude sur la capitalisation des technologies en matière d'amélioration de la fertilité des sols dans les zones cotonnières du Burkina Faso. Rapport final, Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso (UNPCB), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, p. 51.
- [16] Scarf, H. 1988. One hundred years of the Kjeldahl method for nitrogen determination. *Archiv für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde* 32: 321–32.
- [17] Tié, B.T. 1995. Contribution à l'étude de la fourniture en azote des sols sous climat tropical humide (Côte d'Ivoire): application à l'entretien de la fertilité des terres de cultures, « thèse de Doctorat ». Université de Côte d'Ivoire, Abidjan. 182p.
- [18] Traoré O, Koulibaly B, Dakuo D. 2007. Effets comparés de deux formes d'engrais sur les rendements et la nutrition minérale en zone cotonnière au Burkina Faso. *Tropicultura*, 25 (4): 200-203.
- [19] Valérie HAUCHART, 2005. Culture du coton et dégradation des sols dans le Mouhoun (Burkina Faso), « thèse de Doctorat ». Université de Reims-Champagne-Ardenne. 467p.
- [20] Van der Pol F., 1992. Soil mining: an unseen contributor to farm income in southern Mali. *Royal Tropical Institute- Amsterdam. Bulletin* 325.

Etude de la diversité phénotypique des courges (*Cucurbita sp*) vendues à Kisangani, Province de la Tshopo (RD Congo)

[Study of the phenotypic diversity of squash (*Cucurbita sp*) sold in Kisangani, Tshopo Province (DRC)]

Lokonga Okenge Jules and Kodjemuka Ngandepole Julien

Département des sciences Biotechnologiques, Faculté des sciences, B.P. 2012, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2024 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 research, the genetic diversity of squash (*cucurbita sp*) sold in Kisangani (R.D.Congo) was studied. To do this, we carried out ten field trips along the city's various main roads, including kilometre point seven (PK7) towards the airport, the central market and the military headquarters. We made the following observations for each fruit: shape, colour, length, weight and width.

All the results of the analysis were used to identify the 4 botanical forms of squash in Kisangani (elongated green, flattened yellow, round yellow, round green). The elongated green phenotype was the most represented (33%), followed by round green (31%), round yellow (21%) and flat yellow (15%).

KEYWORDS: Study, diversity, phenotypic, squash, *Cucurbita sp*.

RESUME: Au cours de ce travail, la diversité génétique des courges vendues (*cucurbita sp*) à Kisangani (R.D. Congo) a été effectuée.

Pour ce faire, nous avons effectué dix sorties dans les différents axes de la ville à savoir, le point Kilométrique sept (PK7) vers la route Aéroport, le marché central de Kisangani et l'Etat Major. Nous avons effectué les observations ci-après pour chaque fruit: la forme, la couleur, la longueur, le poids et la largeur.

L'ensemble de résultats d'analyse a permis d'identifier les 4 formes botaniques de courges à Kisangani (Allongé vert, Aplatie jaune, Ronde jaune, Ronde vert). Le phénotype Allongé vert a été le plus représenté (33%), suivi de Rond vert (31%), Rond jaune (21%) et Aplati jaune a été le moins représenté (15%).

MOTS-CLEFS: étude, diversité, phénotypique, courges, *Cucurbita sp*.

1 INTRODUCTION

De nos jours, il est établi que les ressources génétiques végétales s'amenuisent çà et là et que la situation actuelle est remarquablement inquiétante pour de nombreux pays.

Une action importante est indispensable, surtout au niveau des régions supposées à haut risque où l'appauvrissement génétique est aujourd'hui une réalité, entraînant dans un bon nombre de situations la disparition de plusieurs espèces végétales, certaines encore peu connues.

Par ailleurs, la biodiversité et la diversité des espèces sont menacées actuellement par l'avancée de la pollution, du réchauffement de la terre et les changements climatiques variés, alors qu'une diversité génétique est nécessaire au sein des

espèces pour permettre leur survie et leur adaptation à long terme. D'où la nécessité de préserver la biodiversité, la diversité génétique et de créer de variétés mieux adaptées pour l'agriculture durable respectueuse de l'environnement [1; 2; 5].

Chez les végétaux en général et chez les courges en particulier, il existe non seulement une abondante diversité des espèces, sauvages ou cultivées (biodiversité), mais également de très nombreuses variantes entre les individus au sein d'une même espèce (variabilité génétique).

La famille des Cucurbitacées comprend plusieurs espèces connues pour leurs fruits comestibles et donc pour leur grande importance économique. C'est le cas par exemple de la pastèque (*Citrullus vulgaris*), du concombre (*Cucumis sativus*), du melon (*C. melo*), des courges (*Cucurbita spp.*), des calebasses (*Lagenaria spp.*) et des chayottes (*Sechium edule*).

D'autres espèces de cette famille sont d'intérêt particulier, comme la bryone dioïque (*Bryonia dioica*), l'une des rares Cucurbitacées spontanées en France et dans les pays tempérés et le concombre d'âne (*E. elaterium*) endémique du bassin méditerranéen [3; 4; 5: 6].

Elle comprend environ 120 genres et 800 espèces. Elle est représentée par des plantes dicotylédones grimpantes à croissance rapide, portant des feuilles aux lobes palmés, des vrilles hélicoïdales et des fleurs unisexuées monoïques ou dioïque à racine charnue parfois très grosse. Les sépales et les pétales sont au nombre de cinq (5) généralement et les pétales sont soudés au moins à la base [4; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15].

L'inflorescence que l'on rencontre le plus souvent est une cyme, inflorescence simple, dans laquelle l'axe principal est terminé par une fleur [5]. Les fruits sont en général des baies à exocarpe, coriaces ou indurées, plus rarement une capsule sèche ou charnue à déhiscence variable [6; 16; 17; 19; 20].

La famille de Cucurbitacées est la plus diverse parmi les plantes alimentaires. Elle comporte les courges, les citrouilles, les melons, les concombres, et les pastèques... Les plantes de cette famille sont généralement tolérantes à la sécheresse, mais sensibles au gel et sont reconnues comme la source principale des cucurbitacines [7; 21; 22; 23; 24; 25].

Les espèces cultivées possèdent toutes 20 paires de chromosomes mais ne se croisent pas facilement les unes avec les autres. De très nombreux croisements aboutissent à seulement quelques graines qui donnent des plants soient partiellement fertiles soient autostériles. Les croisements les plus réussis ont été ceux de *C. pepo* avec *C. moschata*. Lors de ces croisements, la tendance au buissonnement à *C. moschata* et la résistance aux maladies à *C. pepo*. Quelques variétés de *C. pepo* produisent plusieurs graines par fruit lorsqu'elles ont été pollinisées avec *C. moschata* mais d'autres ne donnent aucune graine. Il faut donc utiliser plusieurs variétés si l'on tente ce croisement [8,27; 29; 30].

La diversité génétique désigne le degré de variétés des gènes au sein d'une même espèce, correspondant au nombre total de caractéristiques génétiques dans la constitution génétique de l'espèce (voire de la sous-espèce). Elle décrit le niveau de la *diversité intraspécifique*. Elle se distingue de la variabilité génétique, qui décrit au sein d'un même patrimoine génétique, la tendance à varier des caractéristiques génétiques de l'espèce. C'est un des aspects majeurs de la biodiversité, sur la planète, comme au sein des écosystèmes et des populations. C'est cette diversité génétique, inter et intra-espèce, qui constituent la matière première du généticien sélectionneur pour créer de nouvelles variétés [9; 31; 32; 33; 34; 35].

Une étude menée en 2007 par la *National Science Foundation* américaine a révélé que la diversité génétique et la biodiversité sont fortement interdépendantes et que la diversité au sein d'une espèce est nécessaire pour maintenir la diversité des espèces, et vice-versa. L'appauvrissement de la diversité génétique tout comme la perte d'espèces, conduit à une perte générale de diversité biologique et à une plus grande vulnérabilité (moindre résilience écologique) des écosystèmes. La diversité génétique est celle des espèces sauvages, mais aussi celle des espèces cultivées (végétaux, champignons, levures) ou élevées (animaux) par l'Homme, et elle est également en forte régression, question qui préoccupe de nombreux chercheurs.

Les courges sont dotées d'une étonnante variabilité génétique, se traduisant, chez les fruits, par d'innombrables formes, couleurs et aussi une grande diversité de taille [10; 36; 37; 38]. Elles appartiennent à la famille des cucurbitacées qui comprend plusieurs espèces connues pour leurs fruits comestibles et donc pour leur grande importance économique. Elles font partie des plantes fondatrices de l'agriculture. Elles présentent une diversité surprenante [11; 37; 38].

La pulpe des courges est capable de neutraliser l'excès d'acidité dans l'estomac grâce à sa richesse en sels minéraux alcalins. De plus, elle exerce une action émolliente (adoucissante) et protectrice sur la muqueuse (couche interne) de l'estomac. La fibre de courge est de type soluble et agit comme un laxatif doux et non irritant sur l'intestin joue un rôle important contre la constipation. Les courges contiennent trois substances végétales ayant la plus grande action anti-cancérigène prouvée: bêta-carotène (provitamine A), vitamine C et fibre végétale [12; 34; 33; 35; 36; 37.].

L'amélioration des plantes réside sur une large utilisation de la variabilité génétique (diversité génétique) naturelle et sur des méthodes d'exploitation rapide de cette variabilité dans les programmes de sélection [9; 21; 22; 28].

L'estimation de la variabilité génétique est un problème fondamental en amélioration des plantes. On le rencontre à tout le niveau d'un schéma de sélection [9; 13; 14; 15; 28]:

- Au départ d'un programme, lorsqu'on recense la variabilité disponible, soit pour une utilisation directe, soit pour la constitution de la population de base
- Au cours d'un schéma de sélection récurrente, lorsque l'on veut maintenir la variabilité initiale
- En sortie variétale, lorsque l'on veut prédire la valeur potentielle des familles sélectionnées

La présente étude a pour objectif, la caractérisation de la diversité morphologique des courges vendues à Kisangani.

L'intérêt de ce travail réside dans la connaissance de la variabilité génétique des courges, qui peut être exploitée ultérieurement comme un critère de sélection en vue de la création de nouvelles variétés de courges à Kisangani.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les courges (*cucurbita sp*) vendues à Kisangani ont fait l'objet de cette étude.

2.2 MÉTHODES

Cent et trois fruits de courges ont été étudiés. Pour chaque fruit les observations ci-après ont été effectuées:

- La couleur du fruit;
- La hauteur;
- La largeur du fruit;
- Les indices des formes du fruit;
- Et le poids du fruit;

La couleur des fruits était observée à l'œil nu. Le poids des fruits était obtenu à l'aide de la balance de marque Camry. La hauteur et la largeur étaient mesurées par le mètre ruban. La forme de fruit était déterminée par l'indice de forme (IF) obtenu par le rapport de la hauteur sur la largeur du fruit.

$$IF = \frac{\text{Hauteur du fruit}}{\text{diamètre du fruit}} [9; 16; 28]$$

Ainsi, les fruits ont été groupés en trois formes:

- Fruits ronds: $0,80 < I.F. < 1,20$
- Fruits aplati: $I.F. < 0,8$
- Fruits allongées: $I.F. > 1,20$

2.3 ANALYSE STATISTIQUE

Le test ANOVA a été utilisé en vue de comparer la variation de poids des courges vendues à Kisangani. La différence devra être significative lorsque $p < 0,05$. Ce test été réalisé avec le logiciel R.

Les résultats en rapport avec la diversité génétique en ce qui concerne les formes et couleurs des fruits sont illustrés par les figures suivantes.



Allongé-vert



Ronde-verte



Aplatie-jaune



Ronde-jaune

Fig. 1. Formes et couleurs des fruits des courges à Kisangani

Ces figures montrent que les courges vendues à Kisangani sont de forme allongée, ronde et aplatie.

2.4 FRÉQUENCE DES FORMES DES FRUITS

Les résultats en rapport avec les formes des fruits sont illustrés à la figure 2.

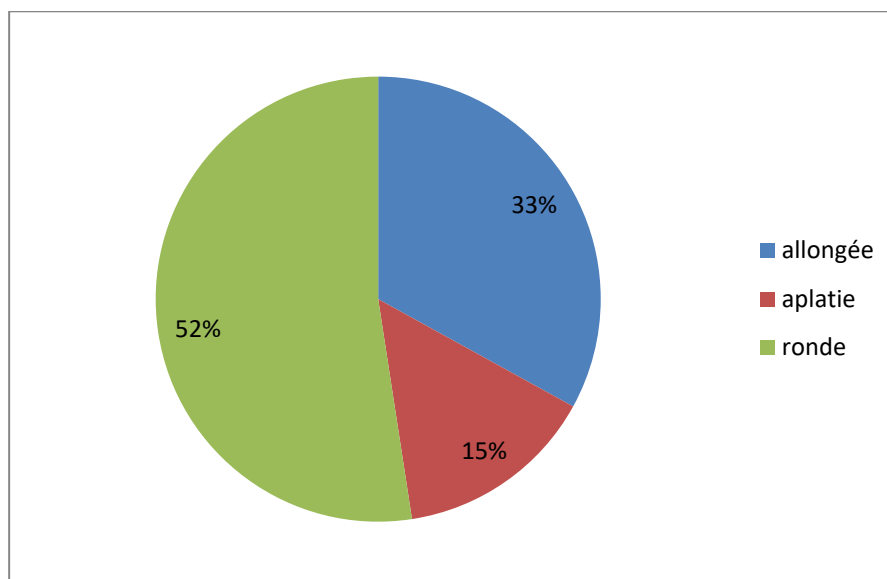


Fig. 2. Fréquence des formes des fruits

Cette figure 2 illustre que la forme ronde (52%) est la plus fréquente à Kisangani. La forme allongée est représentée à 33% alors que la forme aplatie est la moins représentée avec 15%.

2.5 FRÉQUENCE DE COULEURS DES FRUITS

Les résultats en rapport avec les couleurs des fruits sont illustrés à la figure 3.

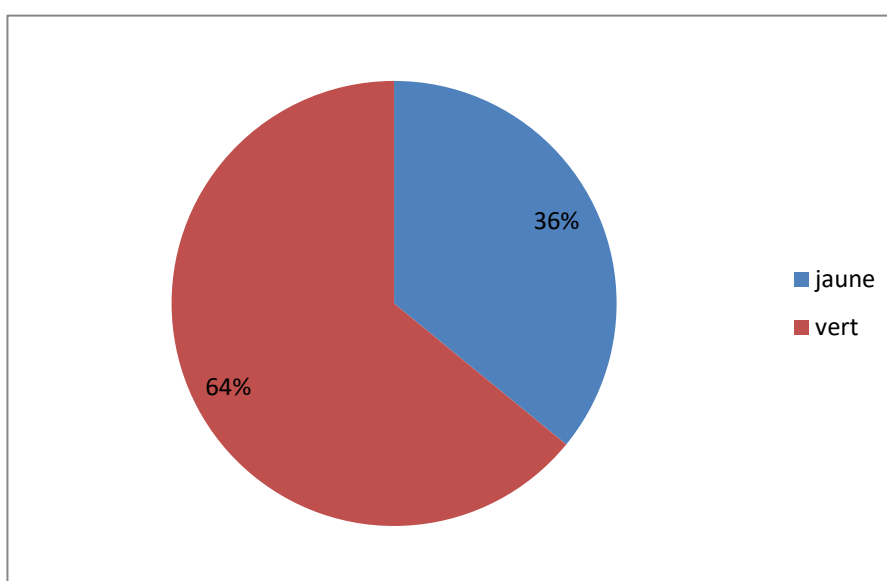


Fig. 3. Fréquence des couleurs des fruits

Cette figure nous révèle que les fruits de couleur verte sont plus fréquents (64%) que les fruits jaunes (36%). Bien qu'il existe une diversité importante de courges en fonction de leurs couleurs, il est à signaler que les fruits de courges vendues à Kisangani sont de deux couleurs (verte et jaune). Ceci, s'explique du fait que les clients préfèrent beaucoup les fruits de couleurs vertes que les fruits de couleurs jaunes et aussi ces fruits peuvent se conserver pendant une longue durée.

En plus de ces deux couleurs, il est à retenir qu'il existe également les courges de la couleur blanche à Kisangani [17].

Par rapport à la collection des courges du site www.alamyimages.fr qui signale des courges rouges, violettes et bleues. De telles courges n'ont pas été observées au cours de cette étude à Kisangani.

2.6 FREQUENCE DES FORMES ET COULEURS DES FRUITS

Les résultats en rapport avec les formes et couleurs des fruits sont illustrés à la figure 4.

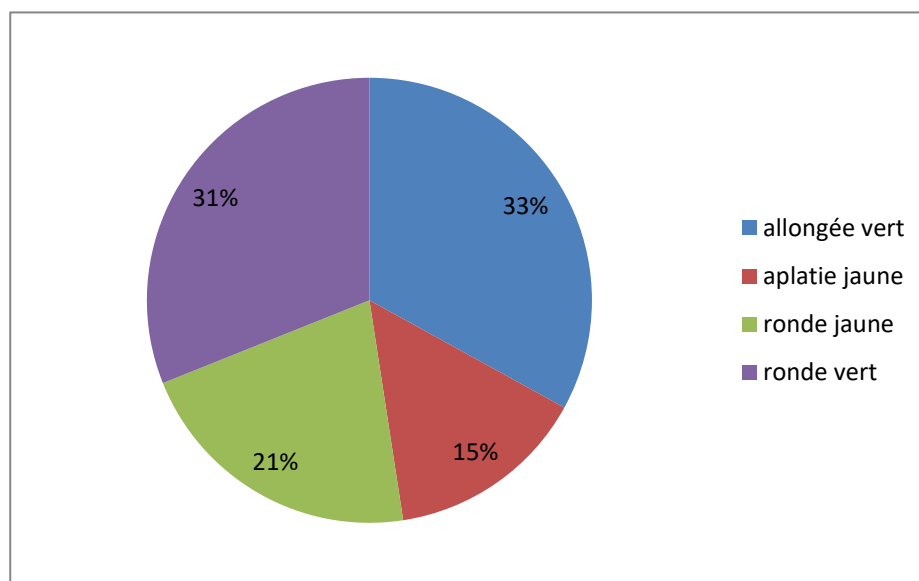


Fig. 4. Fréquence des formes et couleurs des fruits

L'observation de la figure 4 montre une importante variabilité génétique naturelle en forme et en couleur. Dans la population des fruits analysés, il existe quatre phénotypes différents (allongé vert, aplatie jaune, ronde jaune, ronde vert). Il est noté que le phénotype allongé vert prédomine (33%), suivi de ronde vert (31%), le phénotype rond jaune vient en troisième position (21%) et enfin aplatie jaune (15%).

2.7 POIDS MOYEN DES FRUITS

Le poids moyen de fruits en fonction des formes et couleurs est illustré à la figure 5.

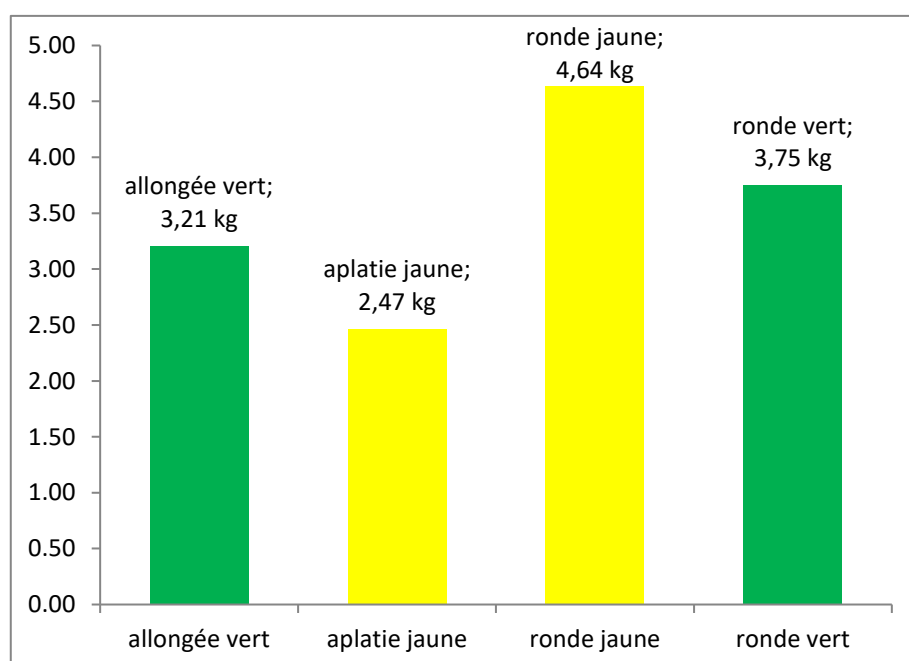


Fig. 5. Poids moyen des fruits

Il ressort de cette figure 5 que les poids moyens des fruits vendus à Kisangani varient entre 2,47 et 4,64kg. Les courges les plus lourdes ont été de la forme ronde jaune (4,64kg) suivies de ronde verte (3,75kg), allongée verte (3,21kg) et aplatie jaune (2,477kg).

2.8 ANALYSE COMPARATIVE DE POIDS MOYEN DE DIFFERENTES FORMES DES COURGES

Tableau 1. Analyse des données

F	2.0004
Df	2.000
Ddl	3.7545
p-value	0.2562

Il ressort de ce tableau d'analyse des données, qu'il n'existe pas de différence significative ($p\text{-value} > 0.05$) en poids moyen entre les différentes formes de courges vendues à Kisangani.

3 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Ce travail a porté sur l'étude de la diversité phénotypique de courges (*cucurbita sp*) vendues à Kisangani.

Dix sorties étaient réalisées dans les différents axes de la ville, à savoir, le point Kilométrique sept (PK7) vers la route Aéroport bangoka, le marché central de Kisangani et l'Etat-major. Nous avons effectué les observations ci-après pour chaque fruit: la couleur, la forme, la longueur, la largeur, les indices des formes des fruits et le poids.

L'analyse de 103 courges (*cucurbita sp*) à Kisangani a permis de constater qu'il existe une importante variabilité morphologique. Celle-ci est caractérisée par la diversité de couleur, de forme et de poids.

L'ensemble d'analyses effectuées a montré que les fruits peuvent être de couleurs verte, jaune ou blanche et de formes allongées, aplaties ou rondes. Les phénotypes observés sont allongés vert, aplati jaune, rond jaune et rond vert. Les poids moyens des fruits vendus à Kisangani varient entre 2,47 et 4,64kg. Les courges les plus lourdes ont été de la forme ronde jaune (4,64kg) suivies de ronde verte (3,75kg), allongée verte (3,21kg) et aplatie jaune (2,477kg).

Le test ANOVA a révélé qu'il n'existe pas de différence significative ($p > 0.05$) en poids moyen entre les différentes formes de courges vendues à Kisangani.

A l'issue de cette étude, nous suggérons, toutefois, que les efforts soient fournis pour une plus grande connaissance de la diversité phénotypique des courges de la région de Kisangani comme source potentielle de caractères agronomiques intéressants (adaptation, précocité, rendement et teneur en sucre). Il sera aussi souhaitable d'entretenir les courges de phénotypes rares, rond blanc et allongé blanc qui ne sont plus fréquents et de procéder dans les prochaines étapes à la caractérisation agronomique de ces variétés et d'étudier la fertilité pollinique de toutes ces variétés afin d'en apprécier les performances et de procéder aux essais des hybridations pour l'obtention de géotypes nouveaux de courges.

REFERENCES

- [1] Klug W., Cummings M., Spencer C., 2006. Génétique, 8^{ème} édition. Nouveaux Horizons. 704p.
- [2] Veillefosse A. 2009., L e changement climatique. éd. Paris, 176 P.
- [3] Bharti S. 2013. Tocopherol From seeds of cucurbita pepo against diabetes: validation by in vivo expiriments supported by computational docking, J Formos Med assoc, 112 (11): 676-690.
- [4] Henriët D., 2018. Courges, melon, concombre: les cucurbitacées et comment les cultiver, Umer Paris, 23p.
- [5] Rakotovao A., 1999. Contribution à la valorisation des courges et Pommes en Marmelade, TFE, Ecole Supérieur des Sciences Agronomique, Université d'Antanarivo, 62p.
- [6] Leber., 2009. Intoxication par les *cucurbitaceae* (Notamment *citrullus colocynthis* (L) Schrad.). Prise en charge à l'officine, Thèse, Université de Rouen Normandie, 148p.
- [7] Salifou., 2015. Connaissances endogènes et importance des courges (cucurbitacées) pour les populations autochtones productrice des graines au Benin, University of Abomey-Cavali, journal of Aplied Biosciences 92: 8639-5902.
- [8] Dibos C., 2010. Interactions plante – pollinisateur caractérisation de la qualité du pollen de deux cucurbitacées durant son ontogenèse, sa présentation et son transport sur le corps de l'abeille domestique, thèse de doctorat. Université D'Avignon et des pays de Vaucluse, 191P.

- [9] Lokonga O., 2015. Essai d'hybridation entre les formes locales et variétés introduites en vue de l'obtention de génotypes nouveaux de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Adaptés aux conditions écologiques de la région de Kisangani (R.D.Congo), Thèse de doctorat, Unikis, 335p.
- [10] Jean-Pierre M., 2017. La question de développement, 4p.
- [11] Agir., 2009. Les courges et Potirons, 16p.
- [12] Georges D. 2000. Santé par les aliments, Université de Loma Linda Californie Etats-Unis, pp104-105.
- [13] Lefort-Buson, M., Hebert, Y., Damerval, C. 1988. Les outils d'évaluation de la diversité génétique et phénotypique, in Agronomie 8 (3), pp 173-178.
- [14] Pitrat M. et Causse M., 2002. Utilisation d'outils génomiques dans les programmes d'amélioration des plantes. Quelques exemples chez les plantes maraîchères. Colloque « L'amélioration des plantes, continuités et ruptures », Montpellier, 7 P.
- [15] Tam S.M., Mhiri C., Vogelaar A., Kerkeveld M., Pearce S., Grand Bastien M.A., 2005. Comparative analyses of genetic diversities within tomato and pepper collectons detected by retrotransposor based SSAP, AFLP and SSR. Theor. Appl. Genet. 11. pp 819-831.
- [16] Lokonga O., Dhed'a D., Bosobi M., 2008. Etude de la variabilité génétique chez la tomate locale (*Lycopersicon esculentum* Mill) à Kisangani dans annales de la faculté des Sciences, volume 13.
- [17] Dhed'a, communication personnelle.
- [18] André B., 1954. Culture potagère Moderne, Bibliothèque d'horticulture Pratique, 215p.
- [19] Blamey et Grey-Wilson., 2003. La flore d'Europe occidentale, plus de 2400 plantes décrites et illustrées en couleurs, Flammarion Paris, 15p.
- [20] Botineau M., 2010. Botanique et Systématique appliquée des plantes à fleurs, Tec et Doc Lavoisier Paris, 38p.
- [21] Delaveau P., 2003. Expliquez-moi les plantes, voyage en botanique, Pharmathèmes Paris, 18p.
- [22] Delange Y., 2002. Traité des plantes Tropicales. Acte sud arles, 23p.
- [23] European Medecine Agency Science Medecine Health., 2011. Assesment report on cucurbita pepo L., Semen, 32p.
- [24] Fahim AT., Abd-el Fattah AA., Agha AM., Gad MZ 1995. Effect of pumkin-seed oil on the level of free radical scavage induced during adjuvant-arthritis in rats, Pharmacol Res, 31 (1): 73-79.
- [25] Georges D., 2000. Santé par les aliments, Université de Loma Linda Californie Etats-Unis, pp104-105.
- [26] Heywood HV., 1996. Les plantes à fleurs-36 familles de la flore mondiale, Nathan Paris, 25p.
- [27] Lokonga. 2007. Caractérisation de la diversité génétique et fertilité pollinique in vitro des tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) de la région de Kisangani, Faculté des Sciences, UNIKIS, 73p.
- [28] Jean-Pierre M., 2017. La question de développement, 4p.
- [29] Konan K., 2014. Test de quelques traitements sur l'Entomofaune inféodé à la culture de la courgette dans la région de la Mé au Sud de la Cote d'Ivoire, Mémoire de Master I, UFR des sciences, 49p.
- [30] Musset D, Grange S., 2000. Espèces de courges: culture de cucurbitacées et usages des cucurbitacées, Alpes de Lumière Manne, Musée et Patrimoine de cavaillons, Equinoxe Barbentane, 42p.
- [31] M. W. de Greef., 1991. Méthodes traditionnelle de sélection des plantes: Un aperçu Historique destiné à servir de référence pour l'évaluation du rôle de Biotechnologie moderne, pp 60-66.
- [32] Makni. 2008. Hypolipidemic and hepatoprotective effets of flax and pumkin seeds mixture rich in omega-3 and Omega-6 fatty acids in hypercholesterolomic rats. Food chem Toxicol, 46 (12): 3714-3720.
- [33] Nosal'Ova G., 2011. Suppressive effect of peptic polysaccharides from cucurbita pepo L, Var, Styriaca on citric acid-induced cough reflex in guinea pigs, fioterapia, 45p.
- [34] Razanakoto., 2006. Création d'une collection de production Agricole basée sur la rentabilisation de la culture des courges musquée, Thèse, Ecole supérieur des sciences Agronomiques, Université d'Antanarivo, 145p.
- [35] Sebiane N., 2019. Recherche des acides Gras Polyinsaturés dans les pépins de melon et courges, Thèse, Université Abou-Beker Belkaid-Tlemcen, 247p.
- [36] Salifou. 2015. Connaissances endogènes et importance des courges (cucurbitacées) pour les populations autochtones productrice des graines au Benin, University of Abomey-Cavali, journal of Aplied Biosciences 92: 8639-5902.
- [37] Vista., 2013. Les courges: un légume aux multiples vertus, 10p.

L'exploitation du bois énergie à Bamanya: Comprendre les impacts socio-environnementaux et l'apport de NTIC dans la lutte contre la déforestation

[Wood energy exploitation in Bamanya: Understanding the socio-environmental impacts and the contribution of NTIC in the fight against deforestation]

Bopingi Aumakale Alain¹, M. Epanga², and Makinisi Yenamawu Elcanah³

¹Technicien de Développement Rural, Département de Sciences Agronomiques, Environnement et Développement Durable; Institut Supérieur de Développement Rural de Mbandaka, Equateur, RD Congo

²Technicien de Développement Rural, Département de Sciences Agronomiques, Environnement et Développement Durable; Institut Supérieur de Développement Rural de Mbandaka, Equateur, RD Congo

³Ingénieur informaticien, Département de sciences informatiques, Institut Supérieur de Développement Rural de Mbandaka, Equateur, RD Congo

Copyright © 2024 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 exploitation of wood energy has grown in scale in Bamanya to the point of reaching a situation of advanced irreversibility. Due to poor manufacturing and assembly practices for carbonization ovens. The large dense forest has disappeared, giving way to a grassy savannah. Timber exploitation has led to the availability of non-timber forest products (NTFP), environmental degradation as well as loss of livelihoods, migration, poverty and social conflicts. the disappearance of biodiversity, the modification of the aquatic ecosystem (Ruki). a more balanced approach which takes into account the dynamics of supply and demand as well as the contribution of NICT through GIS technology would help substantially.

KEYWORDS: wood energy, socio-environmental, carbonization, forest.

RESUME: L'exploitation du bois-énergie a pris de l'ampleur à Bamanya au point d'en arriver à une situation d'irréversibilité avancée. Dû aux mauvaises pratiques de fabrication et de montage des fours de carbonisation, la grande forêt dense a disparu, laissant la place à une savane herbeuse. L'exploitation du bois a engendré la disponibilité des produits forestiers non ligneux (PFNL), la dégradation de l'environnement autant la perte de moyens de subsistance, la migration, la pauvreté et les conflits sociaux. La disparition de la biodiversité, la modification de l'écosystème aquatique (Ruki). Une approche plus équilibrée qui prend en compte les dynamiques de l'offre et de la demande ainsi que l'apport du NTIC à travers la technologie SIG aiderait substantiellement.

MOTS-CLEFS: bois-énergie, socio-environnemental, carbonisation, forêt, SIG, NTIC.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

La grande et dense forêt de Bamanya avec environ 147 hectares, est aujourd'hui décimée par sa communauté, uniquement par l'exploitation irrationnelle de bois-énergie (fabrication de braises et bois de chauffe). Les techniques de cette exploitation ont rendu méconnaissable cette structure végétale de haute importance. Cette forêt est transformée en une savane non boisée, modifiant ainsi cet écosystème ainsi que ceux en interaction avec lui (cours d'eau, le sol, atmosphère,...). A cela (la perte de la biodiversité floristique), il faut ajouter la perte de la biodiversité faunique due à la destruction de leurs habitats et au changement de conditions écologiques de leurs milieux. La communauté villageoise éprouve des peines non seulement à trouver du bois, car ne vivant généralement que de cette activité, mais aussi la crise en termes de viande et autres produits non ligneux. Elle doit voyager sur la rivière Ruki, à de très longues distances pour accéder, acheter ou louer les bois en vue de réaliser et répondre à leurs activités. La vie (la survie) rendue très difficile par ce problème, la grande partie de la jeunesse se voit obligée à un exode rural (Kinshasa, Mbandaka).

Le problème de manque d'électricité assorti du boom démographique, avec un besoin toujours croissant d'énergie surtout pour les zones urbaines et péri-urbaines conduit à l'exploitation et la destruction à grande échelle des forêts. Les forêts tropicales constituent des réservoirs exceptionnels de carbone et de biodiversité. Depuis quelques décennies elles sont au cœur des enjeux internationaux sur le changement climatique. Le Bassin du Congo est le second plus grand écosystème forestier tropical après l'Amazonie, relativement conservé il joue un rôle important dans la régulation du système climatique continental et mondial (de Wasseige C. et al., 2015). Ces forêts d'Afrique centrale offrent des moyens de subsistance à 60 millions de personnes qui y vivent ou résident à proximité. Elles remplissent également des fonctions sociales et culturelles essentielles aux populations locales et autochtones et contribuent par ailleurs et plus indirectement à alimenter les 40 millions de personnes qui vivent dans les centres urbains proches de ces domaines forestiers (Nasi et al., 2011; de Wasseige et al., 2014).

L'importance des forêts tropicales du Bassin du Congo a progressivement hissé ces écosystèmes au rang de bien commun de l'humanité et de nombreux accords multilatéraux tentent aujourd'hui d'encadrer la gestion et la préservation de ces milieux en partenariat avec les États. Par ailleurs, l'exploitation du bois-énergie permet aux communautés d'avoir facilement et rapidement de l'argent leur permettant de résoudre et subvenir à leurs besoins quotidiens. Elle a des conséquences néfastes sur l'environnement et la biodiversité. C'est notamment le changement climatique, la réduction de la fertilité des sols, la disparition de la faune et de la flore, la dégradation des sols et la désertification.

C'est ainsi que nous portons un regard particulier sur le village Bamanya, région fortement par les problèmes socio-environnementaux. Si cette exploitation a affecté le cadre de vie et a exposé cette communauté aux risques sanitaires. Ainsi, l'épuisement des espaces pour l'agriculture, les accidents lors de déplacement à la quête du bois, la difficulté de s'approvisionner en protéine animale (sous-alimentation) sont autant de problèmes liés à cette activité.

Le problème d'énergie électrique dans la ville, le manque d'emploi et la pauvreté sont autant de causes aggravantes de la dégradation de cette forêt. Cependant, aujourd'hui, la communauté, surtout les jeunes, ne trouvant pas du bois, vont se déplacer espérant trouver mieux en ville. De ces constats, découle la question suivante: quels sont les impacts socio-environnementaux de cette exploitation du bois-énergie à Bamanya ?

1.2 HYPOTHÈSES

L'exploitation du bois-énergie pourrait avoir des impacts socio-environnementaux significatifs sur les communautés locales tels que la perte de moyens de subsistance, la migration, la pauvreté, les conflits sociaux.

1.3 BUT ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Cette étude vise à mieux comprendre les impacts socio-environnementaux de l'exploitation du bois-énergie à Bamanya, à évaluer les alternatives et les solutions possibles, et à contribuer à la mise en place de politiques et de programmes pour réduire ces impacts et promouvoir un usage durable de cette ressource.

Les principaux objectifs de cette recherche sont les suivants:

- Identifier et analyser les impacts socio-environnementaux de l'exploitation du bois énergie à Bamanya;
- Evaluer les conséquences socio-environnementales de l'utilisation de cette ressource, en tenant compte des dynamiques de l'offre et de la demande;
- Proposer des stratégies et des mesures pour réduire les impacts socio-environnementaux de l'exploitation du bois énergie;
- Eveiller la conscience des décideurs politiques et des acteurs locaux sur les importances de la gestion durable des ressources forestières et de l'énergie du bois, en fournissant des informations et des recommandations basées sur les résultats de cette recherche;
- Proposer la technologie SIG en vue de renforcer le système de surveillance efficaces pour contrôler et suivre la déforestation;
- Contribuer à la mise en place de politiques et de programmes d'aménagement durable des forêts et de la promotion de l'énergie renouvelable, en étayant les décisions sur les connaissances scientifiques et des expériences sur le terrain

1.4 INTÉRÊT DU SUJET

L'intérêt du sujet réside dans son potentiel à contribuer à la transition vers les sources plus propres et renouvelables, à la gestion durable des ressources forestières et à la prise en compte des conséquences socio-environnementales de cette exploitation.

- Sur le plan scientifique, l'étude contribue à la compréhension des interactions entre l'activité humaine et l'environnement, en fournissant des données et des analyses sur les conséquences de cette exploitation sur la biodiversité, le climat et la santé
- Sur le plan social, cette recherche met en lumière les implications de l'exploitation du bois énergie sur les communautés locales, la sécurité énergétique et la qualité de vie, ce qui peut éclairer les décisions politiques et les actions des parties prenantes;
- Sur le plan économique, elle permet d'évaluer les coûts et bénéfices de cette source d'énergie, ainsi que les alternatives durables
- Enfin sur le plan politique, cette recherche peut influencer l'élaboration de politiques environnementales et énergétiques, en fournissant des éléments factuels pour soutenir des mesures de gestion durable des forêts et de promotion d'énergies renouvelables

2 PRÉSENTATION DU MILIEU ET MÉTHODOLOGIE

Cette section est centrée sur la présentation du village et celle méthodologique. Premièrement, notre zone d'enquête est le village Bamanya qui est une commune urbano-rurale de la ville de Mbandaka, dans la commune qui porte le même nom et qui compte environ 3932 habitants.



Fig. 1. Fabrication et montage des fours au village Bamanya

Source: Image publiée par Bougan Ange Bounganga en 2023

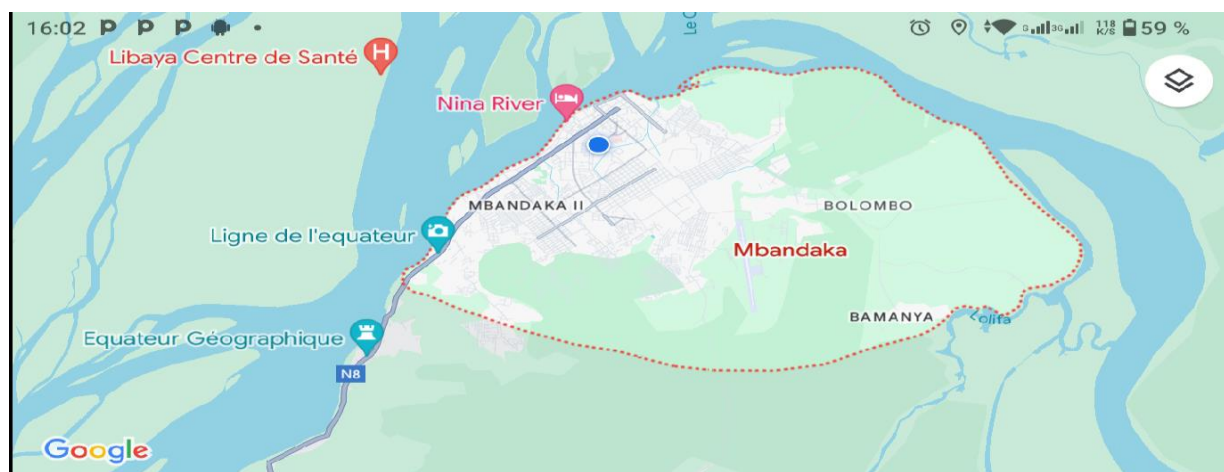


Fig. 2. Description du village de Bamanya par Maps.

Notre attention a été attirée par ce village à cause: des difficultés que connaissent cette communauté à trouver du bois-énergie aujourd'hui, des conséquences négatives générées par cette exploitation, des méthodes et techniques utilisées pour y arriver. L'âge nous a permis de mettre en évidence quelle tranche s'adonne à cette activité, quelles informations possède-t-elle sur leur forêt. A cela s'ajoute la disponibilité des individus. Seules les personnes désireuses de répondre à notre questionnaire sur l'exploitation du bois-énergie sont retenues. Nous avons d'abord procédé à un choix raisonné pour cibler les personnes ressources à même de nous fournir les informations nécessaires. Puis nous sommes partis de la technique de « pas de sondage »: faire le porte à porte tout en sautant une parcelle. Deuxièmement, la méthode analytique a permis d'analyser l'incidence de l'exploitation du bois-énergie sur l'environnement et la communauté de Bamanya, afin d'appréhender certains

faits saillants relatifs aux problèmes liés à la gestion des forêts, faire une analyse globalisante de la situation et de proposer des pistes de solution pour une gestion durable de cette forêt.

3 L'APPORT DE NTIC DANS LA LUTTE CONTRE LA DEFORESTATION

Comme la population du village court des risques incalculables sur le plan environnemental grâce à l'exploitation illégales du bois énergie, ce chapitre présente une technologie NTIC pouvant permettre au gouvernement ainsi que les organismes qui soutiennent l'Etat de sécuriser ladite zone.

3.1 LE SIG (LE SYSTEME DE SURVEILLANCE DE LA DEFORESTATION D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE)

Le SIG est un outil pour la surveillance de la déforestation d'information géographique. Il combine des données géographiques, telles que des images, satellites, des cartes topographiques et des données sur les couverts végétaux, pour permettre aux utilisateurs de visualiser, analyser et interpréter les changements dans les couverts forestiers. Cet outil peut être utilisé pour suivre en temps réel les changements de couverts forestiers, identifier les zones à risque de déforestation, évaluer les impacts des activités humaines sur la forêt, et faciliter la prise de décision en matière de conservation et de gestion forestière de Bamanya. En combinant les données obtenues par les images satellites avec des informations sur les concessions forestières, le permis d'exploitation forestière, les aires protégées et les zones prioritaires pour la conservation, les SIG permettent de détecter et de surveiller les activités illégales de déforestation et de prendre des mesures appropriées pour les contrer. En travaillant en étroite collaboration avec les autorités locales, les organisations de conservation, les concessions forestières et les communautés locales, l'application de cette technologie peut jouer un rôle crucial dans la protection et gestion durable de ce forêt du village Bamanya.

3.2 AVANTAGES D'UN SYSTEME DE SURVEILLANCE DE LA DEFORESTATION

Les SIG permettent de:

- Gérer efficacement des ressources en cartographiant et visualiser les différentes ressources présentes en forêt (types d'arbres, densité de la population forestière, étendue des zones boisées, etc.) ;
- Suivre les changements environnementaux: grâce à un SIG, il est possible de suivre l'évolution de l'état du forêt au fil du temps (déforestation, reboisement, incendies, etc.) et mettre en place des politiques de conservation adaptées ;
- Prévenir des risques naturels: en utilisant un SIG, il est possible d'identifier les zones à risque (incendies, glissements de terrains, tempêtes,...) ;
- Planifier les itinéraires: un SIG peut être utilisé pour planifier des itinéraires de randonnée ou d'exploitation forestière de manière à minimiser les impacts sur l'environnement et optimiser l'utilisation des ressources forestières ;
- Collaborer et partager les données: un SIG permet de regrouper et partager les données géographiques et environnementales entre les différents facteurs impliqués dans la gestion de forêt (propriétaires forestiers organismes de protection de l'environnement, chercheurs, etc), ce qui favorise la collaboration et la prise de décision éclairée.

En somme, un SIG peut aider à améliorer la gestion et la conservation des forêts du village BAMANYA en facilitant la collecte, l'analyse et la présentation des données spatiales de manière précise et efficace pour la prise de décision éclairée dans cette zone.

4 RÉSULTATS

4.1 EN RAPPORT AVEC LES ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES DU BOIS-ÉNERGIE

Ce chapitre justifie l'engouement de cette communauté de Bamanya pour l'exploitation du bois-énergie. Pour y arriver, nous avons interrogé les enquêtés en ces termes: « quelle est votre activité économique principale ? » « Pourquoi faites-vous l'exploitation du bois-énergie ? »

A cette question, tous les enquêtés ont donné cette réponse:

Bamanya est une mission catholique créée en 1895 par les missionnaires trappistes. Tout ce monde qui habitent aujourd'hui ce village sont venus d'ailleurs. Ce sont les travailleurs des missionnaires qui ont agrandi ce village, en appelant leurs parents, certains sont venus des villages voisins. Et toute cette forêt, (environ 150ha) appartient à la mission (G.B 39 ans).

Autrefois, nos ancêtres et même nos parents, vivaient de la pêche et de la chasse et aussi de l'agriculture. La forêt était grande et vraiment dense, que les gibiers sortaient derrière les maisons, car elle avait traversé les deux rives. La rivière Ruki n'avait pas ce lit, elle était grande et donnait beaucoup de poissons (B.E 29 ans).

L'exploitation du bois-énergie est la source, le moyen le plus rapide d'avoir de l'argent car dans moins d'un mois, on peut monter un four puis le défourner et vendre. Et donc, elle nous permet de résoudre plus facilement nos problèmes: scolarisation de nos enfants, soins médicaux, nourrir la famille, etc (M.N 51ans).

Il y a même des clients qui viennent nous laisser de l'argent pour que nous leur fournissions de la braise. Ils nous supplient de fois à prendre leur argent pour que plus tard (un mois voire deux) nous leur fournissions la braise ou le bois de chauffe. Qui peut vous donner de l'argent aussi facilement comme ça (E.M 47 ans) !

Aujourd'hui, nul ne peut s'en passer de braise. Tous les foyers font la cuisine; et comme nous n'avons pas d'autres moyens pour avoir de l'énergie, et surtout les centres urbanisés qui en demandent toujours plus, l'utilisation du bois-énergie est incontournable. C'est difficile d'en manquer des clients (B.L 37 ans).

De ces réponses ressort l'histoire de Bamanya: une mission catholique créée en 1895 par les missionnaires trappistes. Le village s'est donc par la suite agrandi avec l'avènement des venants. Même ces 147 ha de forêt appartiennent à la mission. La carbonisation a donc pris de l'ampleur avec l'avènement de ces gens venus d'ailleurs avec leurs habitudes de survie. Cette activité permet, grâce à son timing réduit, la facilité à laquelle on peut trouver de l'argent, à subvenir aux besoins de familles, surtout que trouver du travail est un grand miracle de nos jours. Aussi, le problème d'électrification des milieux urbains, péri-urbains que ruraux aggrave cette situation. Nous constatons par conséquent que les milieux péri-urbains connaissent ce problème de dégradation de forêts, de déforestation à grande échelle suite à cette activité. Les villes sont des grands demandeurs du bois-énergie et cela à cause de manque d'électricité.

4.2 LES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Cette partie de l'étude analyse l'impact de l'exploitation du bois-énergie sur l'homme et sur son environnement. Pour y arriver, nous avons interrogé les enquêtés en ce sens: « Quels sont les problèmes qui découlent de l'exploitation du bois-énergie ? » « Quelles en sont les conséquences ? » Voici quelques-unes de leurs réponses:

« La forêt a disparu. Si on ne vous dit pas que la forêt était jusque derrière les maisons de ce côté de la rivière, vous ne le saurez pas. Nous faisons de kilomètres sur la Ruki pour aller acheter les bois aux villages voisins. Même les gibiers, la viande de brousse est devenue très rare ou invisible »¹.

« Le travail devient très difficile car, les bois sont à rechercher au risque et au péril de nos vies. Nous avons du mal à prendre en charge nos familles. Nos enfants commencent à fuir le village pour aller dans les centres villes »².

« Voyez cette rivière, elle a perdu la largeur de son lit, les poissons sont devenus très difficiles à attraper. On n'a jamais connu des vents violents, jusqu'à ce qu'il y soit la disparition dans cette direction, de la forêt »³.

4.3 LES CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES CONSTATÉES

4.3.1 SUR LE PLAN CLIMATIQUE

De plus en plus le village s'expose aux vents violents qui emportent les toitures faiblement fixées, l'écroulement des murs des maisons en terre battue, les fortes chaleurs de plus en plus fréquentes.

La perturbation des saisons agricoles; ce qui complique encore la survie. Le climat, comme nous le savons bien est étroitement lié à l'agriculture et par conséquent influe sensiblement sur le rendement des produits agricoles. Ce qui complique les choses en termes de l'autosuffisance alimentaire.

¹ (L.M 53 ans ; E.N 49 ans).

² (M.K 37 ans ; A.B 44 ans).

³ (K.L 61 ans).

4.3.2 SUR LA RIVIÈRE

La rivière s'est rétrécie du moins à certains endroits où il était difficile d'atteindre l'autre rive. Cela est aussi la conséquence de la destruction du couvert végétal arboré sur la berge de la rivière qui a conduit à la destruction de nombreux habitats des espèces halieutiques. Ce qui les pousse à fuir, rendant ainsi la pêche improductive par la raréfaction des poissons. Sa profondeur a également baissé due certainement à l'écroulement de la berge fragilisée par la réduction de fixateur. Cette forêt jouait également le rôle de maintien du débit de la rivière en créant un microclimat avec une température réduisant considérablement l'évaporation.

4.3.3 SUR LA BIODIVERSITÉ

Aujourd'hui, le village souffre de la carence en viande suite à la disparition dans ce milieu des espèces fauniques à cause notamment des bruits et la destruction de leurs milieux de vie. Ils se sont éloignés par ces mauvaises pratiques d'utilisation de ressources forestières. Le bois est devenu très éloigné. Certains pensent que leur forêt est inépuisable, mais dans quelques temps, certains de villages auront à subir le même sort que Bamanya, Kasangulu et autres.

5 CONCLUSION

Les impacts socio-environnementaux de la chaîne de valeur du bois énergie en République Démocratique du Congo sont complexes et comprennent la gestion ou la production d'arbres, la récolte et la transformation du bois, le transport, la commercialisation dans les zones rurales et urbaines.

Les politiques nationales mises en place accordent une faible priorité à l'énergie du bois, bien que la majorité des ménages dépendent de l'énergie du bois pour leurs besoins énergétiques. Cette étude avait pour objet d'identifier d'analyser les impacts socio-environnementaux de l'exploitation du bois-énergie dans le quartier urbano-rural BAMANYA dans la ville de Mbandaka. S'il a été question de comprendre l'intérêt de la présente activité et ses conséquences environnementales, il fallait aussi comprendre les mesures envisageables pour permettre une gestion durable et dans la mesure de cette ressource en voie de disparition et un reboisement. En somme, le papier vise à mieux comprendre les impacts socio-environnementaux de l'exploitation du bois énergie, à évaluer les alternatives et les solutions possibles, et à contribuer à la mise en place de politiques et de programmes pour réduire ces impacts et promouvoir un usage durable de cette ressource. L'intérêt du sujet réside dans son potentiel à contribuer à la transition vers les sources plus propres et renouvelables, à la gestion durable des ressources forestières et à la prise en compte des conséquences socio-environnementales de cette exploitation.

- Utilisation d'une énergie renouvelable;
- Gestion durable des ressources forestières;
- Gouvernance locale et implications sur l'environnement local.

Ceci nous conduit donc à la formulation de ces quelques recommandations:

- A l'Etat congolais de:
 - Renforcer et encourager les efforts de reboisement dans les milieux ruraux mais aussi urbain;
 - L'application et l'exécution de la loi du 16/Juin/2014, portant création d'une agence d'électrification des milieux ruraux et périurbains, appelée ANSER;
 - L'application de la loi n°11/009 du 09 Juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement;
 - Définir les politiques de sensibilisation de communautés et mettre un accent particulier sur l'éducation mésologique;
 - En collaborant avec les communautés internationales, mettre en place la surveillance de la déforestation d'information géographique (SIG) pour suivre en temps réel les changements de couverts forestiers, identifier les zones à risque de déforestation, évaluer les impacts des activités humaines sur la forêt, et faciliter la prise de décision en matière de conservation et de gestion forestière à Bamanya
 - Promouvoir les pratiques de gestion durables et celles qui réduisent les émissions des gaz à effet de serre (foresterie communautaire)
- A la communauté du village Bamanya de :
 - Abandonner les pratiques qui dégradent la forêt telles que détaillées dans ce travail;
 - Pratiquer l'agriculture durable pour apporter les revenus;
 - Faire le reboisement et créer des forêts artificielles proches du village pour leurs besoins en énergie

REFERENCES

- [1] TOZZI Pascal, *Pour une gestion durable des forêts*, Paris, Rue d'Ulm, 2011.
- [2] TCHATCHOU Berenger et al., *Déforestation et dégradation des forêts dans le bassin du Congo*, Bogor, Cifor, 2015.
- [3] SCHU Jolien et al., *Bois-énergie en RDC*, Cambridge, 2011.
- [4] VINCK H. et LONKAMA C., Mbandaka hier et aujourd'hui: in *Aequatoria Bamanya/Mbandaka Zaïre*, 1990.
- [5] M.E.C.N.T., *Atlas des énergies renouvelables de la RDC*, Kinshasa, 2014.
- [6] Star, J. and Estes, J. (1990). *Geographic information systems: An introduction*. Prentice Hall.
- [7] Chrisman, N. (2018). *Exploring geographic information systems*. John Wiley et sons.
- [8] Les TIC au service de la croissance économique et de la réduction de la pauvreté: Panorama des bonnes pratiques, *Revue de l'OCDE sur le développement* 2005/3 (no 6) Éditions de l'OCDE Second Information Technology In Education Study.
- [9] Soraya Sedkaoui, 2014, L'efficacité des TIC et l'atténuation de la pauvreté: quelle stratégie pour l'Afrique ? Dans *Marché et organisations* 2014/1 (N° 20), pages 19 à 39 Éditions L'Harmattan ISSN 1953-6119 ISBN 9782343032627.
- [10] Carole Megevand et al; *Dynamique de déforestation dans le bassin du Congo « Réconcilier la Croissance économique et la protection de la forêt »* La banque mondiale, 2013.
- [11] WASSEIGE C. et Al. *Les forêts du bassin du Congo « forêts et changements climatiques »*, Weyrich edition 2015.

