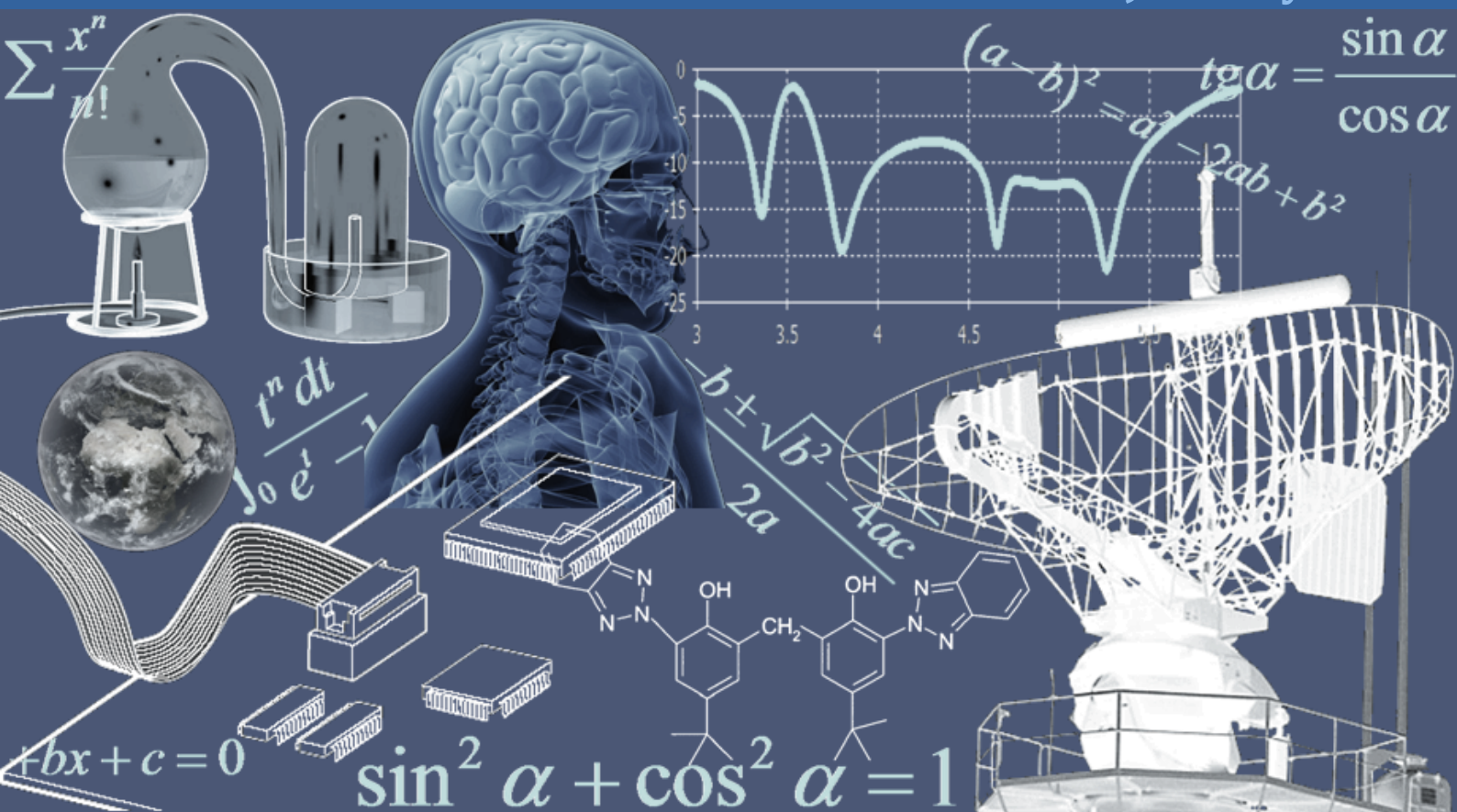


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 31 N. 4 January 2021



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Editorial Advisory Board

Amir Samimi, Ph.D. of Science in Chemical engineering, Process Engineer & Risk Specialist of Oil and Gas Refinery Company, Iran
Mahsa Ja'fari, Department of Chemical Engineering, Abadan Faculty of Petroleum, Petroleum University of Technology, Abadan, Iran
Alin Velea, Paul Scherrer Institute, Switzerland
Kamyar Hasanzadeh, Aalto University, Finland
Ogbonnaya N. Chidibere, University of East Anglia, United Kingdom
Oumair Naseer, University of Warwick, United Kingdom
Wei Zheng, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA
Hu Zhao, University of Southern California, USA
Haijian Shi, Kal Krishnan Consulting Services, Inc, USA
Syed Ainul Abideen, University of Bergen, Norway
Fabio De Felice, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Giovanni Leonardi, Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy
Siham El Gouzi, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, Spain
Mohamed KOSSAÏ, European Business School EBS Paris, France
Mustafa Batuhan AYHAN, Marmara University, Turkey
Andrzej Klimczuk, Warsaw School of Economics, Poland
Corinthias P. M. Sianipar, Tokyo University of Science, Japan
Irfan Jamil, Sinohydro Engineering, China
Sukumar Senthilkumar, Chonbuk National University, South Korea
Bratu (Simionescu) Mihaela, Bucharest University of Economic Studies, Romania
Mirela Maria Codescu, National Institute for R&D in Electrical Engineering ICPE-CA, Romania
Milen Zamfirov, St. Kliment Ohridski Sofia University, Bulgaria
Svetoslava Saeva, Neofit Rilski South-West University, Bulgaria
Dimitris Kavrouidakis, University of the Aegean, Greece
Vaitsa Giannouli, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Nataša Pomazalová, Mendel University in Brno, Czech Republic
Hazem M. Shaheen, Damanhour University, Egypt
Shalini Jain, Manipal University Jaipur, India
Amin Julia, National University of Malaysia, Malaysia
Mahdi Moharrampour, Islamic Azad University, Buin zahra Branch, Iran
Ricardo Rodriguez, Technological University of Ciudad Juarez, Mexico
Yuniel E. Proenza Arias, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Elizabeth Bissell Miller, University of Missouri, Columbia
Bertin Désiré SOH FOTSING, University of Dschang, Cameroon
Antonella Petrillo, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Hong Zhao, The Pennsylvania State University, USA
Jianjun Chen, The University of Chicago, USA
Shaju George, Royal University for Women, Kingdom of Bahrain
Chandrasekaran Subramaniam, Kumaraguru College of Technology, India
Ilango Velchamy, New Horizon College of Engineering, India
M. Kumaresan, M.P.N.M.J. Engineering College, India
Mohammad Valipour, University of Tehran, Iran
Mohameden Sidi El Vally, King Khalid University, KSA
Mona Hedayat, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA
Suresh Kumar Alla, Advanced Medical Technologies, BD Technologies, USA
Ahmed Hashim Mohaisen Al-Yasari, Babylon University, Iraq
Aziz Ibrahim Abdulla, Tikrit University, Iraq
Khalid Mohammed Shaheen, Technical College of Mosul, Iraq
Baskaran Kasi, Kuala Lumpur Infrastructure University College, Malaysia
Nurul Fadly Habidin, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Adnan Riaz, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Syed Noor Ul Abideen, KPK Agricultural University, Pakistan
Arab Karim, M'Hammed Bougara University of Boumerdes, Algeria
Zoubir Dahmani, UMAB University of Mostaganem, Algeria
Mohsen Brahmi, Sfax University, Tunisia
Mongi Besbes, University of Carthage, Tunisia
Mai S. Mabrouk, Misr University for Science and Technology, Egypt
Olfat A Diab Kandil, Misr University for Science and Technology, Egypt
Munir Ahmed G. Timol, Veer Narmad South Gujarat University, India

Table of Contents

Study of the chemical composition of human placenta by the ICP-MS technique in placentophagy <i>W. Kasuku, G. Rudi, M. Nisha, M. Malumba, K. Mulaji, and K. Lulali</i>	668-678
La gouvernance migratoire en Afrique <i>Alfred Ombeni Musimwa</i>	679-693
Diseño de un cultivo vertical semi-automatizado para implementación en espacios cerrados y/o pequeños <i>González Morales Sergio, Z. Reyes Martínez Sury, D. Rodríguez Torres Axel, E. Rodríguez Contla Manuel, and Castillo Quiroz Gregorio</i>	694-702
Modification of EDMONDS-KARP Algorithm for Solving Maximum Flow Problem <i>Dilruha Akter, Md. Sharif Uddin, and Faria Ahmed Shami</i>	703-711
Opérationnalisation des objectifs d'apprentissage en culture générale et leur adéquation avec les questions d'évaluation chez les enseignants des écoles officielles de Goma (RD Congo) <i>Eliya Safari Jordan, Kayumba Mugoyi Osée, Enock Katundi Tonny, Butaera Kilongoshi Destin, Amuri Zihindula Moses, and Hekima Munyagasozi Salomon</i>	712-722
Neuroscience and the learning brain : From biology to psychology <i>Bouchra Benhadi and Mohammed Moubtassime</i>	723-731
Pour une étude didactique inclusive du rapport au savoir: Cas du rapport des enseignants des mathématiques au théorème de Pythagore <i>Israël DISASHI KABADI, Boniface Engombe Wedi, Alain Kuzniak, and Jean-Jacques Kapenga Kasonga</i>	732-747
Caractérisation géotechnique des sols latéritiques de Kélo-Pala (Sud-Ouest Tchad) en vue de leur utilisation dans la construction routière <i>Al-Hadj Hamid Zagalo, Bemba Kant Alfred, and Bozabe Renonet Karka</i>	748-756
Radiated EM Disturbance by a PIFA Antenna at 900MHz and its Magnetic Shielding <i>M.H. Ahamat, M.I. Boukhari, A. Chaibo, Kalsouabe Zoukalne, and M.Y. Khayal</i>	757-762
New Hybrid Method for Efficient Imputation of Discrete Missing Attributes <i>Kone Dramane, Goore Bi Tra, and Kimou Kouadio Prosper</i>	763-775
Organisation de la mutuelle de santé et accessibilité aux soins par les étudiants des institutions supérieures et universitaires de la ville de Gemena: Cas des étudiants de l'ISTM Gemena (Province de Sud-Ubangi, RDC) <i>Mwalikutu Mondombe Olivier, Mambesa Bainamboka Martin, Ekpimbo Mambokolo Clairs, Matondo Kwa Nzambi Marie-Claire, and Tshimungu Kandolo Félicien</i>	776-784
Prévalence de la Schistosomiase Uro-Génitale (Bilharziose Urogénitale) dans le Nord-Ubangi: Niveau des connaissances, attitudes et pratiques des habitants des zones rurales (Cas de la zone de santé rurale de Bosobolo, Province de Nord-Ubangi, RDC) <i>Ekpimbo Mambokolo Clairs, Mambesa Bainamboka Martin, Matondo Kwa Nzambi Marie-Claire, Mwalikutu Mondombe Olivier, Bokango Bapoti Thomas, and Tshimungu Kandolo Félicien</i>	785-794
Conception et Co-Simulation sur Cible FPGA d'un Système d'Acquisition du Signal ECG par Modulation en Rapport Cyclique et Filtrage Dérivateur <i>Steve Ulriche Otam, E. R. Gamom Ngounou, Jean Mbihi, and Bertrand Maffo Lonla</i>	795-807
Dynamique urbaine et services de base à Agboville (Sud de la Côte d'Ivoire) <i>Mai Gilles-Harold Wilfried</i>	808-819
The relation between Industry 4.0 and Supply Chain 4.0 and the impact of their implementation on companies' performance: State of the Art <i>Abdellah Sassi, Mohamed Ben Ali, Mohammed Hadini, Hassan Ifassiouen, and Said Rifai</i>	820-828
Impacts of adopting Industry 4.0 technologies on supply chain management: A literature review <i>Rajae Elkazini, Mohammed Hadini, Mohamed Ben Ali, Kenza Sahaf, and Said Rifai</i>	829-835
L'association sorgho/niébé au poquet, une pratique traditionnelle en zone soudano-sahélienne à faible rendement: Etat des lieux et pistes d'amélioration <i>Aminata Ganeme, Jean-Marie Douzet, Salifou Traore, Julie Dusserre, Roger Kabore, Hyacinthe Tirogo, Omar Nabaloum, Nestor Wend-Zoodo Simplicie Ouedraogo, and Myriam Adam</i>	836-848

La socialisation organisationnelle comme prédicteur de la satisfaction au travail des agents de l'administration publique Gabonaise <i><u>Tessa Moundjiegout and Benha Ndzie Penisga</u></i>	849-858
The role of media in forming social awareness: A Field study on a sample of students at the Faculty of Education in Sana'a University <i><u>Nadmih Abdulsalam Othman</u></i>	859-871
Effets de la terre des nids de fourmis pheidole sp (formicidae, hymenoptera) sur la croissance des cultures maraichères en zone soudano sahelienne au Mali <i><u>Fanta Tounkara, Bakary Sagara, Abou Coulibaly, and Amoro Coulibaly</u></i>	872-881
Développement d'une application webmapping pour l'accès à l'information géospatiale sur le Tourisme au Cameroun <i><u>Clarice Fotso, César Senoua, Landry Tongo, and Marcellin Vournone</u></i>	882-890
A brief analysis of the views of the Muslim reformists on the issue of Islam and its compatibility with modernity <i><u>Abdeladim Zehani</u></i>	891-897
La protection des victimes des conflits armés au Nord-Kivu: Evaluation critique des interventions du Comité International de la Croix-Rouge (CICR) <i><u>Nsabua Tshiabukole José and Ngila Kikuni Ibrahim</u></i>	898-913
Impact de la Covid-19 sur la stabilité des foyers des personnes handicapées en République Démocratique du Congo : Cas de la ville de Goma <i><u>Ngila Kikuni Ibrahim</u></i>	914-922
Les inégalités régionales d'accès au financement bancaire des TPME au Maroc <i><u>Maroua Zouigui</u></i>	923-930

Study of the chemical composition of human placenta by the ICP-MS technique in placentophagy

W. Kasuku¹, G. Rudi², M. Nisha², M. Malumba³, K. Mulaji³, and K. Lulali⁴

¹Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgium

²Centre Hospitalier Universitaire Saint Pierre, Bruxelles, Belgium

³Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, Kinshasa XI, RD Congo

⁴Institut Supérieur d'Etudes Sociales, Hygiène Sanitaire et Environnement, Katanga, RD Congo

Copyright © 2021 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 placenta, which supports the growth and development of the fetus, is rich in chemical micronutrients and other elements such as amino acids, peptides, fats, growth factors and other active biological components. Analysis by the ICP-MS technique shows detectable levels of the following seven elements in the dehydrated placenta of 20 female samples: arsenic (As), cadmium (Cd), copper (Cu), lead (Pb), iron (Fe), selenium (Se), and zinc (Zn). The contents of these chemical elements are respectively: 0.05 ± 0.01 ppm for As; 0.03 ± 0.01 ppm for Cd; 5.01 ± 1.12 ppm for Cu; 0.03 ± 0.02 ppm for Pb; 703.66 ± 174.41 ppm for Fe; 1.68 ± 0.32 ppm for Se and finally 52.09 ± 6.14 ppm for Zn. The highest contents correspond to those of Fe (703.66 ± 174.41 ppm), Zn (52.09 ± 6.14 ppm) and Cu (5.01 ± 1.12 ppm). The other trace amounts correspond to micronutrients considered to be harmful (As, Cd, Pb, Se). This study shows that with the ICP-MS technique, even trace chemicals are detected in the powder of the placentas that are useful for mothers and newborns. The capsules ingested by female placenta donors are considered as a dietary supplement for lactation function. In eight weeks after giving birth, the study shows that the weights of newborns from all donors have increased by the right rate, a good breastfeeding and the babies have bowel movements several times a day.

KEYWORDS: Study, Chemical composition, placenta, technique, ICP-MS, Placentophagy.

1 INTRODUCTION

During childbirth, the mother loses a membrane called the placenta [1] and thus experiences several physical, physiological, and anatomical disturbances. It's a psychologically important time for her. The placenta physically and biologically connects the developing embryo to the uterine wall, providing the fetus with the water and nutrients it needs [2]. Its functions change according to the development of the fetus. These are nutritive, respiratory, recycling or excretory, hormonal, immune functions as a biochemical filter compared to the external, immunological by blocking the effects of maternal cytotoxic cells, general ecotonal and the function of preparation for birth [3].

The placenta behaves like a therapeutic agent because the dehydrated powder is used to stimulate lactation, fertility disorders [4]. The oral intake of its placenta powder provides an anti-inflammatory effect, especially in the case of lesions with a regenerative effect and stimulating growth [6].

In the placenta, there are also factors that facilitate endocrine signaling and regulate cell growth, proliferation, migration, and differentiation; these are, for example, cytokines [7]. It participates in a reunion between the endometrium and fetal tissue from the trophoblast.

Expelled after nine months of gestation, this membrane gave rise to placental therapy which has been applied to promote healing of certain diseases and tissue regeneration because of micronutrient composition since the 1900s [8].

As in primates, herbivores, and other mammals, placentophagy is considered to be ingestion after delivery of placental tissue by the mother. It is a practice often used in traditional Chinese medicine [9] as well as amniotic fluid [10], [11].

It is done in different ways, either by consuming a piece of raw placenta or by consuming it heated, dried and pulverized [12].

Although the smell is unpleasant, Selander et al [13] reported in 2013 the benefits of this technique. These are improved mood, increased energy, improved lactation, and less bleeding after childbirth. Consumption of the placenta, according to this author, leaves an aftertaste in the mother who consumes it, which is an undesirable effect. Placentophagy also involves risks related to potentially toxic elements above the toxicity threshold of elements such as Cadmium (Cd), Lead (Pb), Arsenic (As), Mercury (Hg).

There are fewer scientific studies that focus on placentophagy in humans although the placenta is a rich source of nutrients like iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), selenium (Se) [14], [15] to which must be added:

- Significant amounts of calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus (P), sodium (Na), potassium (K) [16],
- Very low doses of arsenic (As), lead (Pb), cadmium (Cd) and mercury (Hg) [17].

Other authors have determined the percentage of ash, proteins, fats in the placenta to show that the latter is not only a biological waste to be discarded or incinerated, but more it can be recycled under several shapes [18].

Essential and non-essential amino acids (alanine, aspartic acid, histidine, leucine, lysine, phenylalanine, proline, tyrosine, tryptophan, valine) and B vitamins are also part of the composition of the placenta.

It also contains hormones. The presence of oxytocin, estrogen, progesterone, lactogen, which are found both in the powder and in the raw placenta has been reported there [5].

The main objective of this study is to determine the elemental (chemical) composition of the placenta (organ considered as anatomical waste to be discarded) by the ICP-MS technique. The secondary objective is to produce the capsules from the placenta collected by the encapsulation technique.

2 MATERIALS AND METHODS

Extensive research has been carried out from the scientific literature with regard to the chemical elements to be studied, then the preparation of the placenta capsules by the encapsulation technique and the use of detection methods for the dose or the concentration of chemical elements by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). An analytical survey (part of the research-action study) made it possible to select the women or donors who wanted to participate in this preliminary study.

2.1 PLACENTA DONORS

Placenta samples were collected from 20 healthy donors after childbirth at the Saint Pierre University Hospital in Brussels (CHU Saint-Pierre). Their age ranges from 21 to 39 years (mean age = 30 years), non-smokers and who have accepted to ingest their postpartum placenta in the form of a capsule. Of the 20 women selected, 13 were first-time mothers (65%), 3 had given birth three times (15%), 2 had given birth twice, (10%), and 2 had given birth four times (10%). Table 1 gives the breakdown by ethnic origin or country of origin of the study participants.

Table 1. Ethnic origin of the placenta donors (n = 20)

Ethnic Origin	Nationality	Number	Percentage (%)
Belgian	Belgians	2	10
Congolese	Belgians	9	45
Asians	Belgians	5	25
Gabonese	Belgians	4	20
Totals	-	20	100

The representative population in the group of placenta donors is African represented by 65% followed by the Asian population with 25% and finally the native Belgian population by 10%. Regarding their training, Table 2 indicates this.

Table 2. Level of training of placenta donors (n = 20)

Training	Nationality	Number	Percentage (%)
Professional	Belgians	10	50
Upper Secondary	Belgians	4	20
Baccalaureate	Belgians	5	25
Master	Belgians	1	5
Totals	-	20	100

The category of donors who have completed vocational and upper secondary training represents 70% of this population. In this category are represented the 9 original donors from DR Congo, 4 original donors from Gabon. The one who studied for a master's degree is the donor of Asian origin with 5% and 4 other donors of Asian origin and 2 donors of Belgian origin, ie the 25 % of populations having completed the baccalaureate. The average income level of each donor is not necessary as the payslip is confidential and individual. Regarding the civil status of each candidate, the result is shown in Table 3.

Table 3. Marital Status of Placenta donors (n=20)

Civil Status	Nationality	Nombre	Percentage (%)
Single	Belgians	6	30
Cohabiting	Belgians	7	35
Married	Belgians	5	25
Divorced	Belgians	2	10
Totals	-	20	100

The married candidates in the study represent 25%. This population is made up of 3 and 1 candidates originally from DR Congo and Gabon, respectively. In the cohabitant series, which represents 35%, there are 4 original candidates from DR Congo, one Belgian candidate and two Asian candidates. The other 40% represent divorced and single women, ie 8 candidates. According to the study data, no donor took the dietary or nutritional supplements during the 35th week of pregnancy. Only one Belgian donor, or 5%, reports a vegetarian diet reduced to vegetables and without dairy products during pregnancy.

2.2 SAMPLE TREATMENT

the placenta is treated a few hours after childbirth according to established standards. He is treated with cold running water in the delivery room and cleared of blood and blood clots [16]. Placental tissue is sliced into thicknesses of 4-5 cm by removing the umbilical cord and fetal membranes. The dehydrator is used to dry tissue slices at 55 ° C and at this temperature the organ is well cooked [19]. In a Magic Bullet model food processor, the slices are powdered and filled into gelatin capsules of about 500 mg (encapsulation technique). The powder thus obtained will be used for the determination of the chemical elements by ICP-MS. It can also help in this capsule form to be administered to each candidate placenta donor at the rate of 3000 mg per day (i.e. 1000 mg three times a day at a rate of 500 mg x 2 in the morning, at noon and in the evening) for the first 14 days postpartum. In the case of this study, the delivery did not take place at the donors' homes but within the CHU.

In this case the protocol requires freezing the placenta before treatment. With this encapsulation technique, trace mineral elements are concentrated in the powder for subsequent examination by physicochemical methods. The encapsulated powder will be ingested by the study candidate [20]. All 20 placentas were treated exclusively by the encapsulation technique. This technique, which basically consists of steaming the placenta, dehydrating it and making it into powder (crushing) to put this powder in pills or capsules ready to be consumed. It is taken by a mother after childbirth and will be beneficial for health. The technique that will not be used in this study is placental isotherapy, which involves mixing a sample of the placenta with the drops of cord blood. It consists in making a homeopathic treatment with a sample of the placenta by giving the child its own placenta to stimulate its immune response [21].

2.3 PREPARATION OF SAMPLES FOR ICP-MS ANALYSIS

2.3.1 PRINCIPLES AND DEVELOPMENT OF THE ICP-MS ANALYSIS METHOD

The principle adopted for this method is based on two situations, the first, the sample or the solution is introduced by a peristaltic pump into the ICP-MS. It is nebulized there in a spray chamber [21]. The argon which has a temperature between

6000-8000K is injected into the aerosol. The second, the solution is withdrawn from the sample inside the plasma torch. The reaction produced at this level is that of ionization and atomization. We then move on to the mass spectrometer part where only part of the ions produced in the plasma enter it. The small amount of free ions generated by the plasma is passed through the sample and skimmer cone. Ions migrate from an environment with too high temperature and atmospheric pressure to a compartment at room temperature and high vacuum ($<0.001\text{Pa}$). Positive ions focus on electrostatic lenses. The signal is thus read for analysis of study data [21].

2.3.2 PREPARATION OF THE STUDY SAMPLES FOR THE APPLICATION OF THE ICP-MS METHOD

500.6 mg of treated tissue was collected from each encapsulated placenta for an average of 490.4 ± 0.6 mg in the range of 467.5 - 512.7 mg. Samples were digested following the microwave digestion procedure according to 3052 [25a] standards.

Each sample was placed in the microwave followed by the addition of 10 mL of 5% nitric acid (HNO_3), 15 mL of 75% hydrogen peroxide and 12 mL of hydrofluoric acid ($\text{HF}50\%$). The purpose of this mixture is to allow digestion of samples [26].

To start the measurements, the sample is taken from two 12 to 15 mL tubes and the salt content of the samples should be kept below 0.2%. Before processing, the samples were allowed to cool for 4 hours. The sample volume is reduced with water to 50 mL.

Element analysis was performed on an Agilent 7700X ICP-MS model for the search for useful micronutrients such as copper (Cu), iron (Fe), zinc (Zn) and other supposedly toxic elements cadmium (Cd), lead (Pb), arsenic (As).

For treated placenta samples ($n = 20$), the study determined the content of the following 7 elements As, Cd, Cu, Fe, Zn, Pb, Se.

3 RESULTS

3.1 ENCAPSULATION TECHNIQUE

The following figures show that the production of placenta capsules as soon as the sample is taken after childbirth goes through the following stages successively:

- To clean with cold water
- Cut into slices 0.5 cm thick by removing the umbilical cord
- Dry the slices in a dehydrator at 54°C for eight hours
- To mix the slices in a cooking robot to produce a powder
- To put powder in gelatin capsules
- Obtain a capsule of volume filled with 500 mg of powder to use

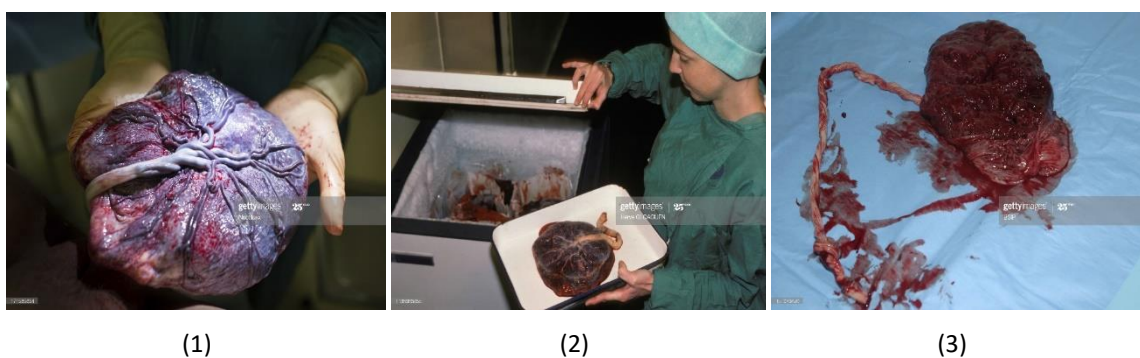


Fig. 1. Collecting the placenta (1) as anatomical waste intended for incineration or burial (2) and (3) recovering the placenta for encapsulation



Fig. 2. Cleaning of the placenta with cold water (4), removal of amniotic fluid (5), recovery by isolating the umbilical cord (6)



Fig. 3. Dried or dehydrated placenta (7), cut into slices, put in the microwave and in a food processor (8) and reduced to powder to be treated with ICP-MS and put into a 500 mg gelatin capsule (9)

3.2 APPLICATION OF THE ICP-MS TECHNIQUE

The powder obtained and encapsulated was used for the determination of the content of nutrients or of the chemical elements mentioned above.

The apparatus used is the Agilent Series 7700 ICP-MS supplied by the ULB Analytical and Inorganic Chemistry Laboratory, along with the test tubes and sample gun. This method consists, in fact, of creating a magnetic field at very high intensity by radiofrequencies around the torch then sending the gas (Argon) which will then be ionized by the creation of an electric arc with a Tesla coil and will form plasma. The device is accompanied by MassHunter software which assists in data analysis.

It was chosen for its sensitivity to the detection of microparticles. Figure 4 shows the Agilent 7700X Series ICP-MS, capsules, and sample collection.



Fig. 4. The Agilent 7700 ICP-MS device used (10), the placenta capsules (11) and sample (12)

Storage of placenta capsules was performed, and the sampling is in Fig. 5.



Fig. 5. Storage of placenta capsules for a donor

Table 4 shows the concentration of nutrients or chemicals measured in the placenta.

Table 4. Content of chemical elements in treated placenta samples in ppm ($n = 20$ and iteration = 7)

Placenta	As	Cd	Cu	Pb	Fe	Se	Zn
P1	0,02±0.01	0,03±0.01	6,31±3.01	0,05±0.02	600,28±110.61	1,17±0.21	41,65±5.39
P2	0,03±0.02	0,02±0.01	4,21±1.15	0,02±0.01	470,62±80.38	1,19±0.25	49,51±8.61
P3	0,04±0.02	0,02±0.01	5,11±2.39	0,04±0.02	480,12±71.22	1,51±0.29	54,21±7.44
P4	0,06±0.03	0,03±0.01	4,12±1.11	0,03±0.01	558,25±84.64	1,28±0.22	58,15±9.67
P5	0,04±0.02	0,04±0.02	3,24±1.12	0,02±0.01	480,23±79.42	1,25±0.25	50,29±8.72
P6	0,05±0.02	0,02±0.01	7,01±3.09	0,05±0.02	810,14±115.72	1,32±0.28	45,79±6.20
P7	0,06±0.03	0,03±0.01	6,12±2.79	0,04±0.02	890,25±120.79	2,04±0.35	49,86±6.21
P8	0,07±0.03	0,02±0.01	6,51±3.09	0,04±0.02	914,24±146.88	2,11±0.39	54,25±7.41
P9	0,05±0.02	0,02±0.01	3,42±1.13	0,04±0.02	705,48±112.56	2,07±0.36	61,87±8.39
P10	0,02±0.01	0,04±0.02	3,56±1.14	0,03±0.01	765±104.64	1,18±0.28	54,63±7.42
P11	0,04±0.01	0,03±0.01	4,12±1.11	0,02±0.01	1000,78±184.99	1,92±0.21	50,27±8.72
P12	0,05±0.02	0,02±0.01	4,52±1.14	0,04±0.02	900,34±123.84	2,01±0.31	49,87±8.69
P13	0,06±0.02	0,03±0.01	6,21±2.81	0,03±0.01	678,15±100.61	2,12±0.39	61,23±8.39
P14	0,07±0.02	0,03±0.01	5,55±2.41	0,04±0.02	580,46±86.62	1,68±0.29	60,45±8.27
P15	0,03±0.01	0,04±0.02	5,81±2.55	0,02±0.01	669,27±115.61	1,52±0.29	55,12±5.21
P16	0,04±0.02	0,02±0.01	4,62±1.15	0,02±0.01	800,65±116.71	1,67±0.31	47,64±6.25
P17	0,05±0.02	0,02±0.01	5,02±2.01	0,03±0.01	701,29±160.57	2,14±0.42	49,56±8.70
P18	0,06±0.02	0,03±0.01	5,06±2.02	0,02±0.01	664,38±182.58	1,51±0.29	51,57±6.19
P19	0,04±0.01	0,03±0.01	4,55±1.13	0,02±0.01	690,84±109.61	2,32±0.35	54,23±6.91
P20	0,05±0.02	0,02±0.01	5,06±2.02	0,04±0.02	712,24±168.65	1,51±0.29	41,65±5.12
mean	0,05±0.01	0,03±0.01	5,01±1.12	0,03±0.02	703,66±174.41	1,68±0.32	52,09±6.14
Total	0,93	0,54	100,13	0,64	14073,22	33,52	1041,8
SD	0,01	0,01	1,08	0,01	151,39	0,38	5,72
MSD	0,002	0,001	0,15	0,002	21,628	0,055	0,818
CV%	4%	4%	3%	5%	3%	3%	2%
Interval	0.02-0.07	0.02-0.04	3.30-7.81	0.02-0.05	440.86-1185.18	1.16-2.48	40.65-63.59

Legend: P = placenta, n = number of placenta donors, CV = coefficient of variation. SD= standard deviation. MSD= mean standard deviation

DISCUSSION: The results in Table 4 reflect the data produced by ICP-MS.

The concentrations obtained are within the ranges provided by the literature [25b]. The highest nutrient value is attributed to Iron (703.66 ppm) which has the high concentration in this sample, followed by Zinc (52.09 ppm) and Copper (5.01ppm). The value of the iron concentration shows that the dehydrated placental tissue provides a beneficial source of nutrient to the mother who swallows or ingests the placenta capsules during the postpartum period.

Toxic elements at low concentrations in the placental sample amount to As (0.05ppm), Cd (0.03ppm) and Pb (0.03ppm), respectively, can be considered as biomarkers of toxic exposure [27].

Interpretation of the coefficient of variation (CV) of Table 4.

The statistical analysis indicates through the dispersion obtained by the variance and the mean of the standard deviations and the percentage of the coefficient of variance, the heterogeneity of the sample. It is therefore to verify the representativeness of the data.

The number corresponding to seven iterations (which are variable) is less than 10 (that is to say that only 7 chemical elements are sought), from the point of view of the whole sample ($n = 20$), the CV is less than 15%, the sample is representative. Above 20%, the data are outliers, which suggests that the variation is large [28].

In this study, we carried out on 20 placentas the search for 7 chemical elements (or 7 iterations, As, Cd, Cu, Pb, Fe, Se and Zn), all the coefficients of variation have percentages ranging from 2 to 5%. Values are less than 15%, implying that the data is representative of the sample.

The study also evaluated the virtues or benefits of taking the placenta capsules after a few days of childbirth. It was difficult for all mothers to come to terms with being placentophagous. But taken by chance in the group of 20 donors (the advantage of the action research technique), 5 donors including 4 donors of Asian origin and one donor of DR Congo origin agreed to consume the capsules of their placenta. The choice of four donors of Asian origin is justified by the fact that in the traditional medicine of their continent (for example in China), the placenta, due to the virtues it offers, is used by some women raw with some herbs after childbirth [29]. And the donor from DR Congo voluntarily chose herself in order to make her personal experience as to seeing (according to her) and out of curiosity, the effects of placentophagy on lactation (indicates that this one has small udders and c is her first child).

And the donor from DR Congo has voluntarily chosen in order to make her personal experience of seeing (according to her) and out of curiosity, the effects of placentophagy on lactation (indicates that this one has small udders and c is her first child). During the study, the donors are followed by a midwife and agree not to add anything to their diet as food supplements. Only one parameter was followed. This is the lactation function [30]. It is a function that finds its fulfillment in the months following childbirth. The abundance of milk allows some women to feed their children only with breast milk without food supplements [25].

Table 5 was used to monitor the intake of placenta capsules by their donors and the effect on lactation and growth of babies (in terms of weight). It should be noted that all children, a few days, or a month after birth, decrease their weight. For girls for example, they take 190 grams per week which is different from boys who take 230 grams on average per week. However, in the two months following birth, girls have an average weight gain of 140g per week [30]. However, babies can have varying weight gain either lower or higher weight.

So, weight gain should be based on the baby's age. It will then be necessary to check the progress of the mother's breastfeeding. Taking the placenta capsule is considered a food supplement for the mother. The child's weight changed as shown in the results in Table 5.

Table 5. Monitoring of placenta capsule intake ($n = 5$)

D	1	2	3	4	5	6	7
D ₁	3200	3305	6700	112	280	3	7
A ₁	2700	2850	6200	84	224	2	6
A ₂	2900	3050	7100	84	252	3	5
A ₃	2800	2940	6500	112	192	3	5
A ₄	3100	3240	6250	84	224	3	7

Legend: D = placenta donors, D₁ = Congolese donor, A₁, A₂, A₃, A₄: Asian donors. 1 = weight expressed in grams of baby at birth (no premature birth because the pregnancies have come to term). 2 = weight expressed in grams of baby after one month (4 weeks) of birth (after childbirth) which according to the theory increases in the standards. 3 = weight in grams of baby after taking the placenta capsule by the mother (two months later). 4 = average number of feeds per month (4 weeks from delivery). 5 = mean number of breastfeeds after taking a placenta capsule after two months of childbirth. 6 = average number of baby's stools per day after childbirth. 7 = average number of baby's stools two months after childbirth following the taking of the placenta by the mother.

ASCERTAINMENT

All target donors have given birth to girls. For three to four days, the girls increase weight not significantly. The average figures are shown in Table 5 and show:

- That the baby for the weights indicated, have the frequency of stools at least 2-3 stools per 24 h almost not abundant either liquid or moles depending on the quality of breast milk. Wet diapers also follow the same proportion.
- After the mother consumes the placenta capsule, the baby's weight increases as well as the number of breastfeeds. The Asian girl's weight increased significantly from her initial net weight, dropping from 2.9kg to 7.1kg after two months. The girl gained about 5 kg in 4 weeks. Even though there is no theory to back it up, this study does seem to claim that placenta capsules can be taken as a dietary supplement in the mother (breasts sink more, suddenly and become more flexible).
- For all donors, the table shows that the number of times babies have a bowel movement increased from an average of two stools in 24 hours to seven stools in 24 hours.
- It is therefore obvious not to consider the placenta as anatomical or biomedical waste intended for incineration or burial. But it can be recovered or recycled as part of the sustainable development strategy. The correct technique proposed would be encapsulation and, on the contrary, placental isotherapy.

4 DISCUSSION

The content of various nutrients or chemical compounds in the placenta capsule was demonstrated after the powder was produced following the procedure given in this study. The concentrations measured in 20 placentas vary considerably. Thus, the individual concentrations vary respectively: As = 0.05 ± 0.01 ppm, Cd = 0.03 ± 0.01 ppm, Cu = 5.01 ± 1.12 ppm, Pb = 0.03 ± 0.02 ppm, Fe = 703.66 ± 174.41 ppm, Se = 1.68 ± 0.32 ppm and Zn = 52.09 ± 6.14 ppm.

The results of the study suggest that the dehydrated and encapsulated placenta provides an important source of nutrients such as Fe in high concentration followed by Zn and Copper. Other detected chemicals such as Arsenic, Cadmium, Lead and Selenium appear to have no beneficial effects.

For the 7 elements of the study, the material intake for the recommended daily dose of encapsulated placenta shows that the limit levels are within the minimum risk range allowed from the point of view of the toxicity profile. Thus for the daily intake of placenta capsules in mg (n = 20), we have:

- As <0.001 (mg)² for an exposure limit of 0.005 mg / kg / day
- Cd <0.001 (mg)² for an exposure limit of 0.0005 mg / kg / day
- Cu = 0.014 ± 0.002 (mg)² for an exposure limit of 10 mg / day [31]
- Fe = 4.26 ± 0.621 (mg)² for an exposure limit of 45 mg / day [31]
- Pb <0.001 (mg)² not established in the standards
- Se = 0.013 ± 0.001 (mg)² for an exposure limit of 0.4 mg / day [31]
- Zn = 1.80 ± 0.015 (mg)² for an exposure limit of 40 mg / day [31]

The very low contents of the so-called toxic elements are below the toxicity threshold. The results are in harmony with those of Iyengar and Rapp [26]. The consistency of the results of this study places the placental tissue as a biomarker for toxicity studies.

This study includes only the elements selected as above. Suspected toxic substances and persistent organic pollutants such as polychlorinated biphenyls which accumulate in the placental tissues of placentophagous donors have not been studied. This is also the case for all environmental contaminants in the placental tissue.

Likewise, the presence of hormones (prolactin, oxytocin, etc.) and microorganisms in placental tissue is not the subject of this study. The upcoming study should focus on the potential risks of placentophagy to ensure that the practice is not safe for the donor and her newborn. This is a first study because placenta donors do not constitute a representative sample. She started the debate on recycling placentas as a dietary supplement or postpartum supplement for mothers using the encapsulation technique.

Using the placenta capsules as a dietary supplement for mothers has an advantage in lactation. The capsule consumed helps the mother to recover iron levels to prevent iron anemia. According to many donors, consuming the placenta would help breastfeeding. The donor body normally produces the volume of milk that meets the newborn baby's needs.

The fact is that newborn weight loss does not exceed 7% of its birth weight as breastfeeding is done well. In the first month, ie 4 weeks, the average weight gain of the lines varies around 140 grams.

The other finding of the study is that within two months (8 weeks) and after taking a placenta capsule, the newborns gained weight considerably and the breasts increased as well. So:

- For donor D₁, the baby sucks 4 times / day x 7 days x 4 weeks = 112 feeds in a month and after taking the placenta capsules, the baby sucks 10 times / day x 7 days x 4 weeks = 280 times and so her initial weight increased from 3.2kg to 6.7 kg.
- For donor A₁, the baby sucks 3 times / day x 7 days x 4 weeks = 84 feeds in a month and after taking the placenta capsules, the baby sucks 8 times / day x 7 days x 4 weeks = 224 times and thus her weight initial went from 2.7 kg to 6.2 kg.
- For donor A₂, the baby sucks 3 times / day x 7 days x 4 weeks = 84 feeds in a month and after taking the placenta capsules, the baby sucks 9 times / days x 7 days x 4 weeks = 252 times and thus her weight initial went from 2.9kg to 7.1 kg.
- For donor A₃, the baby sucks 4 times / day x 7 days x 4 weeks = 112 feeds in a month and after taking the placenta capsules, the baby sucks 7 times / day x 7 days x 4 weeks = 192 times and so its initial weight fell from 2.8kg to 6.5kg.
- For donor A₄, the baby sucks 3 times / day x 7 days x 4 weeks = 84 feeds in a month and after taking the placenta capsules, the baby feeds 8 times / day x 7 days x 4 weeks = 224 times and so her initial weight increased from 2.8kg to 6.5 kg.

Newborn weights increased in proportion to the intake of breast milk (suckling) as did the increase in the number of times the newborn had a bowel movement. In fact, it is also important to point out that for D₁ and A₄ donors the number of times the babies have bowel movements is the same, ie 7 times a day. Likewise, for donors A₂ and A₃, 5 times a day except for donor A₁ who has a baby who has a bowel movement 6 times a day after taking a placenta capsule.

Numerous breastfeeds assure the donor that the newborn is getting enough that permanent contact with the mother stimulates lactation and therefore often sucks [31].

In this study, the baby often sucks after being fed, and the fact that he has several bowel movements per day, shows that breast milk is digested more quickly and the baby exerts less strain on his immature digestive system.

This work shows that the breastfed baby has a more frequent demand, so the infant is not recommended to use formula for its good growth [30]

Finally, it is not advisable to compare the weight gain of a baby to other babies because there are several factors that cause the weight to be disturbed or not evolving as it should, for example the rhythm factor of sleep, the social level of parents... milk therefore covers the needs of the child.

5 CONCLUSION

Placental tissue powder is a source of trace chemicals (and even a source of hormones, essential amino acids, bacteria, microorganisms, etc.). With the ICP-MS method, the study shows that the following micro-nutrients are in the studied placentas. These are high in iron (Fe), zinc (Zn) and copper (Cu). The other trace elements are, arsenic (As), cadmium (Cd), lead (Pb), selenium (Se).

Ingestion of dehydrated placenta in capsule form influences lactation and recovery after childbirth. The described effect of ingestion of the placenta is beneficial to the donor mother and provides well-being and better health to the mother and the newborn. This increases the weight because the mother adds the capsules of her placenta to her diet. The risks of poisoning and the transmission of infections are not excluded and may be possible. However, the donor mother must be made aware that the treatment and use of her placenta is her responsibility [32]

Additional studies on placentophagous patients must take into account all physicochemical risks (by studying any trace chemical elements) and inform patients of the side effects of the bioavailability of hormones and their potential physiological effects.

Since the placenta is biomedical or anatomical waste, it is not only intended for incineration or burial but also it can be recycled in the form of a capsule by the encapsulation technique or the placental isotherapy technique. The reason is that it contains trace elements necessary for the mother and the newborn.

ACKNOWLEDGMENT

This project was supported by the team of researchers at the University of Nevada who provided the sample protocol for preparing the Placenta capsules.

Funding from CORE and O*Medical Center has helped encourage placenta donors and acceptance of midwifery follow-up at applicants' homes.

Thanks also to all Study participants, as well as the midwife and nurse midwife who agreed to have their photos published in this study.

The authors would like to thank the head of CHU Saint Pierre, the gynecology and maternity ward and the ULB analytical chemistry laboratory for the application of the ICP-MS technique.

CONFLICT OF INTEREST

This study is made possible by the protocol from Las Vegas to the University of Nevada for encapsulation. There was no fee for the service rendered. The protocol was received free of charge. No outside personnel were involved in the study design, data collection, data analysis or manuscript preparation. The results of this study should be considered preliminary and questionable.

REFERENCES

- [1] Mortier I. (2015). Allaitement maternel. *La revue du Praticien*, vol.65: 847-850.
- [2] Orgen L, Talamantes F (1994). The placenta as an endocrine organ: polypeptides. *The Physiology of reproduction*. New York, Raven Press, pp.875-945.
- [3] Carpenter S.J (1974). Placental permeability of lead. *Environmental Health perspectives* 7,129.
- [4] Young S.M., Gryder L.K. David W.B. (2016). Human placenta processed for encapsulation contains modest concentrations of 14 trace minerals and elements. *Nutr Res*, 36: 872-878.
- [5] Young SM, Gryder LK, Zava D. (2016). Presence and concentration of 17 hormones in human placenta processed for encapsulation and consumption. *Placenta* 43: 86-89.
- [6] Seo TB, Han IS, Yoon JH. (2006). Growth-promoting activity of Hominis Placenta extract on regenerating sciatic nerve. *Acta Pharmacol Sin.* 27: 50-58.
- [7] Pan S, Chan M, Wong M. (2017). Placenta therapy: An insight to their biological therapeutic properties. *J.Med.Therap* Vol.1 (3): 1- 6.
- [8] Schuette SA, Brown KM, Cuthbert DA, Coyle CW, Wisner KL (2017). Perspectives from patients and healthcare providers on the practice of maternal placentophagy. *J. Altern Complement Med* 23: 60-67.
- [9] Shizhen L, Xiwen L. (2007). *Compendium of materia medica: Bencao Gangmu*, Beijing, 2nd Edition, vol.6, pp 4182-4186.
- [10] Shing Y.P., Mike K.S.C, Michelle B.F.W., Dmitry K., Vladymyr CH. (2017). Placenta therapy: An insight to their biological and therapeutic properties. *J. Med Therap*, Vol1 (3): 1-6.
- [11] Marraccini ME, Gorman KS (2015) Exploring Placentophagy in Humans: Problems and Recommendations. *J. Midwifery Womens Health* 60: 371-379.
- [12] Sophia K. Johnson, Jana Pastuschek, Jürgen Rödel, Udo R.Markert, Tanja Groten (2018). Placenta-Worth Trying. *Human Maternal Placentophagy: Possible Benefit and Potentiel Risks. Geburtshilfe Frauenheilkd*, 78 (9): 846-852.
- [13] Selander J, Cantor A, Young SM, Benyshek DC (2013). Human material placentophagy/ A survey of self-reported motivations and experiences associated with placenta consumption. *Ecol Food Nutr* 52 (2): 93-115.
- [14] Capelli R, Minganti V, Semino G, Bertarini W. (1986). The presence of mercury (total and organic) and selenium in human placenta. *Sci.Total Environ* 48 (1-2): 69-79.
- [15] Fiala J., Hrubá D, Rézl P (1998). Cadmium and Zinc concentrations in human placenta. *Cent Eur J Public Health*, 6 (3): 241-248.
- [16] Chang S, Lodico L, Williams Z. (2017). Nutritional composition and heavy metal content of the human placenta. *Placenta*.60: 100-102.
- [17] Johnson SK, Gronten T, Pastuschek J. Human Placentophagy (2018). Effects of dehydration and steaming on hormones, metals, and bacteria in placental tissue. *Placenta*. 67: 8-14.
- [18] Young S, and Benyshek D (2014). "Assessing the risks of material placentophagy: an analysis of environmental metals in human placenta capsules" Plenary Poster, American Association of Physical Anthropologists. Annual Meeting, Calgary, Alberta, Canada, April 8th-12th.
- [19] Snyder WS, Cook MJ, Nasset ES, Karhaussen LR, Howells GP, Tipton IH. (1975). International Commission on Radiological Protection. Report of the Task Group on Reference Man. New York. Pergamon Press.
- [20] Mélanie CH. (2016). « Accouchement, délivrance et suites de couches normales ». *La Revue du Praticien*, vol.66: 247-254.
- [21] Enamorado-Baez SM, Abril JM, Gomez-Guzmán JM (2013). Determination of trace element concentrations in biological reference materials by icp-ms following different microwave-assisted acid digestion methods based on scaling masses of digested samples. *Anal Chem* 2013: 1-14.
- [22] Anonymous (1996). United States Environment Protection Agency (USEPA). Microwave Assisted Acid Digestion of Siliceous and Organically Based matrices. Method 3052. Washington DC: Office of solid waste and Emergency Response, U.S. Government Printing Office.

- [23] Anonymous (2016). PBI: Benefits Placenta info frequently asked questions.
- [24] Anonymous (2016). Agency for Toxic Substances and Disease Registry: ATSDR. Toxics Substances Portal: Minimal Risk Levels for Hazardous Substances.
- [25] Sakamoto M, Yasutake A, Domingo JL, Chan HM, Kubota M, Murata K (2013). Relationships between trace element concentrations in chronic tissue of placenta and umbilical cord tissues: potential use as indicators for prenatal exposure. *Environ Int* 60: 106-111.
- [26] Iyengar GV, Rapp A (2001). Human placenta as “a dual” biomarker for monitoring fetal and material environment with special reference to potentially toxic trace, Part3: Toxic trace elements in placenta and placenta as biomarker for these elements. *Sci. Total Environ* 280 (1): 221-238.
- [27] Pinta M (1972). Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux: détermination de calcium, magnésium, fer, potassium, cuivre, aluminium ...par absorption atomique. *Académie des Sciences de Hongrie. CII*, p.143-158.
- [28] Malassiné A., Tarrade A., Jean G. Cécile R-E, Danièle E-B. (2000). *Le Placenta. Médecine/. Sciences (M/S)*, n°3, vol.16, 329-335.
- [29] Nancy F. Buttle, Mardia G, Lopez-Alcarcon, Cutberto G. (2002). Nutrient adequacy of exclusive breastfeeding for the term infant during the first six months of life. *OMS*, p.47.
- [30] Welch K., Mock N., Sorensen B, Netrebenko O. (1996). Health and nutrition in children under two years of age in three areas of the of Russian Federation. *Bulletin of the world Health Organization* 74 (6): 605-612.
- [31] Anonymous (2000).Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington D.C., National Academic Press.
- [32] Tapiero H, Gate L, Tew KG (2001). Iron: deficiencies and requirements. *Biomed Pharm.*

La gouvernance migratoire en Afrique

[Migration governance in Africa]

Alfred Ombeni Musimwa

Doctorant (PhD researcher) en Sciences juridiques, Faculté de droit et de criminologie, Université Catholique de Louvain, Belgium

Copyright © 2021 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: Africa is committed on the path of free movement of persons; the success of this process depends on its ownership by its member states, but above all on the dynamics within the African subregional and regional economic communities which constitute the pillars of the implementation of the African Economic Community. Examining governance and the challenges of free movement of persons within these communities provides a picture of the challenges facing the African Union in making effective the free movement of persons, the right of residence and establishment throughout the continent. These challenges are of various kinds, including those related to sovereignist assertions, socio-economic constraints, security concerns, overlapping economic communities, and extra-African migration cooperation. However, these challenges are not fatal, and this contribution opens up avenues for reflection on each of the challenges, as well as the African and global context that is emerging favorable, more than yesterday, to the establishment of free movement in Africa.

KEYWORDS: Africa, Migration, Human Rights, Free movement, Borders, Cooperation, Development.

RESUME: L'Afrique s'est engagée sur la voie de la libre circulation des personnes, le succès de ce processus dépend de son appropriation par ses Etats membres, mais surtout des dynamiques au sein des communautés économiques sous-régionales et régionales africaines qui constituent les piliers de la mise en œuvre de la Communauté économique africaine. Se pencher sur la gouvernance et les défis de la libre circulation des personnes au sein de ces communautés offre l'image des défis qui se posent à l'Union africaine pour rendre effective la libre circulation des personnes, le droit de résidence et d'établissement sur l'ensemble du continent. Ces défis sont des divers ordres, notamment liés à des affirmations souverainistes, aux contraintes socio-économiques, aux préoccupations d'ordre sécuritaire, au chevauchement des communautés économiques, ainsi qu'à la coopération migratoire extra-africaine. Cependant, ces défis ne sont pas fatals, et cette contribution ouvre les pistes de réflexion sur chacun des défis, ainsi que le contexte africain et mondial qui se dessine favorable, plus qu'hier, à l'instauration de la libre circulation en Afrique.

MOTS-CLEFS: Afrique, Migration, Droits humains, Libre circulation, Frontières, Coopération, Développement.

1 INTRODUCTION

Les migrations en Afrique sont antérieures à son découpage colonial et à la construction des Etats africains actuels. La logique de Berlin de 1885 sur laquelle repose les frontières des Etats africains tient au contexte géocolonial que socio-politico-historique du continent. L'érection de plusieurs frontières africaines repose sur le seul critère du pouvoir colonial. La séparation forcée des familles et des administrations coutumières n'a entraîné que des conflits et d'entraves au développement de l'Afrique. Les quelques efforts d'organisation de la libre circulation des personnes entre les colonies ne sont qu'une des preuves d'un mauvais découpage et de cloisonnement des populations entières à l'intérieur des frontières. Dans l'Afrique des Grands

Lacs par exemple, la libre circulation des personnes et le droit de séjour étaient organisés pendant la période coloniale [1]. De même, le découpage colonial de la région Ouest-africaine n'a été qu'une entrave à l'historicité des mobilités humaines au sein et en dehors de cette région. D'ailleurs, dès 1945, le lancement du premier effort de (ré) intégration avec la création du franc CFA dans une union monétaire unique en est l'illustration. Au sortir de la colonisation, le besoin de regroupement est quasi-unanime sur le continent (2). Cependant, les efforts déployés en matière de libre circulation des personnes se sont avérés soit insuffisants, soit moins ambitieux (3). Plus que jamais auparavant, la question de l'organisation et de l'effectivité de la libre circulation des personnes sur le continent se pose et s'impose à l'Afrique (4).

2 LE DROIT ET LE CADRE MIGRATOIRES AFRICAINS

Les migrations africaines peuvent s'étudier à trois niveaux d'intégration de l'Afrique. Le premier est celui des Communautés économiques sous-régionales (ci-après: CESR) (2.1). Le deuxième est celui des Communautés économiques régionales (ci-après: CER) (2.2) sur lesquelles s'appuie la mise en œuvre de la Communauté économique africaine (ci-après: CEA) portée par l'Union africaine (ci-après: UA) (2.3).

2.1 AU NIVEAU DES COMMUNAUTÉS ÉCONOMIQUES SOUS-RÉGIONALES (CESR)

Au total, six organisations intergouvernementales de niveau sous-régional se sont développées en Afrique. L'objectif commun à toutes les CESR est l'intégration économique. Par ailleurs, à l'exception de l'Union douanière d'Afrique australe (SACU), toutes les CESR ont mis un accent sur la libre circulation des personnes au sein de leur espace communautaire. C'est le cas de la Communauté économique des pays des Grands lacs (CEPGL) (2.1.1), de la Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC) (2.1.2), de l'Union économique et monétaire Ouest-africaine (UEMOA) (2.1.3), de l'Union du fleuve Mano (MRU) (2.1.4) et de la Commission de l'océan indien (COI) (2.1.5).

2.1.1 CADRE ET RÉGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE DES PAYS DES GRANDS LACS (CEPGL)

La CEPGL est créée par la Convention du 20 septembre 1976 entre le Burundi, le Rwanda et la RD Congo. Ces trois Etats ont historiquement en commun d'avoir été administrés par la Belgique. D'ailleurs, dès 1925, les actuels Burundi et Rwanda étaient unis administrativement à l'actuelle RD Congo [2], et formaient une union économique [3]. La CEPGL poursuit entre-autres objectifs « de promouvoir et d'intensifier [...] la circulation des personnes [...] » [4]. A sa création, elle était l'une de plus dynamiques et plus ambitieuses en matière de libre circulation des personnes en Afrique. Dès décembre 1979, le visa fut supprimé en faveur de la carte nationale d'identité comme unique document migratoire entre les zones frontalières congolo-rwandaïses. En décembre 1980, un Arrangement relatif à la libre circulation des fonctionnaires met en place la carte spéciale CEPGL, ainsi qu'une carte d'identité communautaire permettant aux fonctionnaires et aux personnes de circuler librement, sans visa. Le même droit à la libre circulation est reconnu à tout détenteur d'une autorisation spéciale de circulation CEPGL.

Cependant, l'instabilité de la sous-région consécutive à l'abattage le 6 avril 1994 au Rwanda de l'avion transportant le président rwandais Juvénal Habyarimana et son homologue burundais Cyprien Ntaryamira, ainsi que le génocide rwandais et les guerres du Congo portant un coup d'arrêt aux activités de la CEPGL. Si la CEPGL a repris timidement ses activités depuis 2004, la libre circulation des personnes au sein de cette Communauté n'a pas retrouvé ni son dynamisme, ni son ambition des années 1970-1990. Elle se trouve aujourd'hui réduite à son strict minimum. Ainsi, muni d'un passeport ou d'une *autorisation spéciale de circulation CEPGL* [5]¹, les ressortissants de chaque Etat membre, y compris les étrangers résidents légaux reçoivent à l'arrivée dans l'autre Etat membre, un visa d'entrée gratuit valable 90 jours. De plus, deux types de documents transfrontaliers ont été mis en place: le jeton de marché et le jeton de visite [6]. Ils sont délivrés aux frontières et valables un jour. Ils permettent une libre circulation des personnes entre les villes voisines des Etats de la CEPGL. Néanmoins, faute de coopération ambitieuse, les migrations irrégulières intra et extracommunautaires y représentent un énorme défi [7].

¹ L'autorisation spéciale de circulation CEPGL est délivrée dans les trois pays à un prix uniforme de 10 dollars américains soit environ 9 euros.

2.1.2 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE ET MONÉTAIRE DE L'AFRIQUE CENTRALE (CEMAC)

Instituée par le traité du 16 mars 1994, la CEMAC (qui succéda à l'Union douanière et économique de l'Afrique centrale, elle-même successeuse de l'Union douanière équatoriale) regroupe six Etats: le Cameroun, la Centrafrique, le Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale et le Tchad.

Le progrès en matière de libre circulation commence dès l'année 2000 avec l'institution d'un passeport CEMAC (Règlement n° 01/00-CEMAC-042-CM-04), suivi de l'adoption en 2005 de l'Acte Additionnel (n° 08/CEMAC-CEE-SE du 29 juin 2005) au Traité de la CEMAC, relatif à la libre circulation des personnes de la et en zone CEMAC. Ce principe est renforcé en 2013 par la suppression du visa pour tous les ressortissants de la et en zone CEMAC. L'Acte Additionnel n° 01/13-CEMAC-070 U-CCE-SE du 25 juin 2013 reconnaît aux ressortissants de l'espace, un droit d'entrer sans visa et de séjour de quatre-vingt-dix jours dans tout Etat membre (art. 2). De plus, il reconnaît à tout ressortissant de tout Etat membre les mêmes droits civils et sociaux, et les mêmes libertés reconnus aux nationaux de l'Etat hôte. La seule différence de traitement réside au niveau des droits politiques qui ne sont reconnus qu'aux seuls nationaux (art.3).

Par ailleurs, pour renforcer cet espace commun de libre circulation, la CEMAC s'est dotée en avril 2019 (Acte additionnel n° 05/19-CEMAC-070 U-CCE-1), d'une politique commune d'émigration, d'immigration et de protection des frontières.

2.1.3 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE L'UNION ÉCONOMIQUE ET MONÉTAIRE OUEST-AFRICAINE (UEMOA)

L'UEMOA voit le jour le 10 janvier 1994 à Dakar (Sénégal). Elle regroupe huit pays, à savoir: le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo. Fondée sur les droits fondamentaux (art. 3 du traité de l'UEMOA), l'Institution poursuit entre-autres objectifs de « créer entre les Etats membres un marché commun basé sur la libre circulation des personnes, [...] le droit d'établissement des personnes exerçant une activité indépendante ou salarié [...] » (art. 4.c du traité de l'UEMOA).

L'approche de l'UEMOA est particulièrement exemplaire du fait que son traité fondateur pose de manière assez suffisante le droit migratoire. Il contourne ainsi les lourdes difficultés de ratification que connaissent plusieurs protocoles aux traités fondateurs des CER et CESR relatifs notamment à la libre circulation des personnes. Dans l'espace UEMOA, outre le droit d'entrer, de circuler et de séjourner, les ressortissants de l'espace jouissent du droit de résidence même après avoir cessé tout emploi dans l'Etat hôte (art. 91 du traité de l'UEMOA). Le droit d'établissement y est exprimé dans les plus forts termes. Il comporte l'accès à toute activité non salariée et, toute création et gestion d'entreprise dans les mêmes conditions que les nationaux de l'Etat hôte (art. 92 du traité de l'UEMOA). En outre, l'article 96 interdit expressément toute restriction aux mouvements migratoires à l'intérieur de l'espace UEMOA.

De plus, le traité de l'UEMOA est intéressant, non seulement par son rappel, non pas dans un préambule mais dans ces tout premiers articles, que toute action de l'Union et par ricochet de ses Etats membres doit être conforme à la Déclaration universelle des droits de l'homme (DUDH) et à la Charte africaine des droits de l'Homme et des peuples (CADHP) (art. 3 du traité de l'UEMOA). En outre, l'institution d'une Cour de justice² (art. 38) dont le protocole additionnel créatif fait partie intégrante du traité (art. 39 du traité de l'UEMOA) et l'harmonisation des législations nationales relatives à la migration (art. 94 et 95 du traité de l'UEMOA) restent des progrès notables. Il en est de même et peut-être surtout, de l'abrogation dès l'entrée en vigueur du traité de l'UEMOA, de toutes restrictions au droit d'entrer, de circuler, de résider et de s'établir, y compris d'avoir

² La Cour de justice de l'UEMOA est compétente pour interpréter et veiller à l'application par les Etats du traité de l'UEMOA (art. 1^{er} de l'acte additionnel n° 1). En substance, elle est compétente pour connaître de: 1) les recours en manquement, 2) les recours en appréciation de légalité, 3) le plein contentieux de la concurrence, 4) les recours du personnel de l'UEMOA, 5) le recours en responsabilité, 6) les recours préjudiciels, 7) elle émet des avis et des recommandations sur tout type de projet de texte lui soumis par la commission de l'UEMOA, et 8) des clauses d'arbitrage entre Etats membres.

Au plan de la saisine, elle connaît des recours lui soumis notamment par la commission ou tout Etat membre relatif aux manquements par tout Etat membre de ses obligations découlant du traité de l'UEMOA (art. 5 de l'acte additionnel n° 1). Elle ne connaît de recours introduits directement par les personnes physique ou morale qu'en appréciation de la légalité des actes des organes de l'UEMOA (art. 8.2 de l'acte additionnel n° 1). Si le recours devant la Cour n'a pas d'effet suspensif, la Cour a cependant la faculté d'ordonner le sursis à exécution de tout acte contesté devant elle (art. 18 de l'acte additionnel n° 1) ou de prescrire les mesures conservatoires (art. 9 de l'acte additionnel n° 1). Par ailleurs, ses arrêts ont force exécutoire (art. 20 de l'acte additionnel n° 1).

accès au marché de l'emploi, contenues dans les lois ou dans les règlements nationaux, lorsque lesdites restrictions constituent un moyen de discrimination arbitraire ou des restrictions déguisées à l'exercice de ces droits (art. 99 du traité de l'UEMOA).

Par ailleurs, l'UEMOA s'est dotée d'une politique commune dans le domaine de la circulation et de séjour des personnes non ressortissantes de son espace. Cette politique commune institue un visa unique, et harmonise et simplifie les procédures administratives relatives à l'entrée et au séjour des ressortissants des pays tiers (art. 3 de l'acte additionnel n° 01/2009/CCEG/UEMOA du 17 mars 2009).

2.1.4 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE L'UNION DU FLEUVE MANO (MRU)

Par une Déclaration signée le 3 octobre 1973 dite « Déclaration de Malema », le président de Sierra Leone (Siaka Stevens) et celui du Libéria (William Tolbert) mettaient en place la MRU pour notamment faciliter la libre circulation des personnes entre les deux Etats. La Guinée rejoint la MRU en octobre 1980 et est suivie de la Côte d'Ivoire en mai 2008.

Dans sa version consolidée, le quatrième protocole conclu le 3 octobre 1980, élargi les buts et les objectifs de la MRU à l'élimination par les Etats membres des tous les obstacles à la libre circulation des personnes [8]. Cependant, à l'image de la CEPGL, les longues guerres civiles mettaient à l'arrêt la MRU. En effet, le Liberia s'enfonçait dès 1989 dans une guerre civile, suivi de la Sierra Leone en 1991, la Guinée n'en fut pas épargnée dès septembre 2000, et la côte d'ivoire s'embrasait dès septembre 2002. Néanmoins, l'Institution a survécu et relancée ses activités dès 2004.

2.1.5 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMISSION DE L'OCÉAN INDIEN (COI)

La COI a été créée en 1982 par la Déclaration de Port-Louis, et institutionnalisée en 1984 par l'Accord général de coopération, dit « Accord de Victoria ». Elle est forte de cinq Etats membres³: Comores, Madagascar, Maurice, France au titre de La Réunion, et Seychelles.

Le 15 décembre 2017, la COI lançait à Ebène (Maurice) sa première *Stratégie régionale migration et santé 2016-2018: priorités des îles du Sud-Ouest de l'océan Indien* [9]. En substance, les Etats membres s'engageaient à faciliter la mobilité humaine et à résoudre les défis que posent les migrations, afin d'en tirer le maximum de profit. Elément stratégique du Plan de développement 2018-2021 de l'espace COI, la libre circulation des personnes est au cœur des échanges en indianocéanie ayant débouché en août 2019, au Consensus de Mahé qui ouvre la voie à l'établissement d'un dialogue sur les migrations dans l'espace de la COI.

Par ailleurs, entre Communauté de développement de l'Afrique australe (ci-après: SADC) et la COI existe un processus qui devrait aboutir à un Accord d'exemption réciproque des visas. Cependant, toute la complexité du processus réside au niveau de La Réunion. En effet, l'article 349 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (ci-après: UE), fait de La Réunion une région ultrapériphérique européenne, c'est-à-dire soumise au droit de l'UE.

2.2 AU NIVEAU DES COMMUNAUTÉS ÉCONOMIQUES RÉGIONALES (CER)

Les CER sont des regroupements régionaux d'Etats africains visant à renforcer les liens économiques et la coopération entre les Etats membres. L'UA en reconnaît huit: L'Union du Maghreb arabe (ci-après: UMA) (2.2.1), le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (ci-après: COMESA) (2.2.2); la Communauté des Etats Sahélo Sahariens (ci-après: CEN-SAD) (2.2.3); la Communauté d'Afrique de l'Est (ci-après: CAE) (2.2.4); la Communauté économique des Etats de l'Afrique centrale (ci-après: CEEAC) (2.2.5); la Communauté économiques des Etats de l'Afrique de l'Ouest (ci-après: CEDEAO) (2.2.6); l'Autorité Intergouvernementale sur le développement (ci-après: IGAD) (2.2.7); et la Communauté de développement de l'Afrique australe (ci-après: SADC) (2.2.8). En somme, toutes ces CER ont parmi leurs objectifs: la facilitation de la circulation des personnes au sein de l'espace communautaire. Si quelques protocoles sur la libre circulation ne sont pas encore entrés en vigueur (deuxième protocole du COMESA, le protocole de la SADEC, et l'IGAD dont le protocole est en gestation), la volonté d'instituer la libre circulation est largement partagée sur le continent africain.

³ En 2016 est créé un statut de membre observateur. Sont ainsi devenu membres observateurs à la COI: la Chine en 2016, Malte en 2017, l'UE en 2017, l'Organisation internationale de la Francophonie (ci-après: OIF) en 2017, l'Inde, le Japon et l'ONU tous en mars 2020.

2.2.1 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE L'UNION DU MAGHREB ARABE (CI-APRÈS: UMA)

L'UMA est créée à Marrakech (Maroc) le 17 février 1989 entre l'Algérie, la Libye, la Mauritanie, le Maroc et la Tunisie. L'article 2 de son Traité constitutif stipule que « L'Union [...] vise à œuvrer progressivement à réaliser la libre circulation des personnes [...] ». Dans les années qui ont suivi la création de l'UMA, les tensions politiques (notamment entre l'Algérie et le Maroc) et la focalisation au développement de la mobilité extra maghrébine n'ont pas permis l'organisation de la mobilité intra-communautaire [10]-[11]. Au niveau des Etats, les réformes législatives entreprises depuis le début des années 2000 dans le domaine des migrations répondent plus au besoin de leur coopération avec l'UE qu'à un souci d'intégration régionale. Paradoxalement, l'absence d'une coopération migratoire ambitieuse au niveau de l'UMA affaiblit individuellement chacun ses Etats dans sa coopération avec le bloc européen.

Dans un titre interpellateur, *Droit de l'intégration de l'Union du Maghreb Arabe: D'une naissance prématurée à l'échec d'une intégration régionale*, Hajer Gueldich interpelle à cet effet que: « l'intégration constitue un appel à cesser la bataille de leadership que se disputent les dirigeants maghrébins. Ils doivent s'engager à coopérer de manière sérieuse et à placer les intérêts de la région au-dessus des leurs » [12]. L'évolution du contexte africain et mondial (voir *infra*, le point 4 sur les perspectives d'une libre circulation des personnes en Afrique) est une opportunité qui s'offre aux Etats et institutions de l'UMA en vue d'accélérer le processus de la libre circulation d'abord dans l'espace communautaire, et son insertion dans la dynamique portée par l'UA.

2.2.2 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DU MARCHÉ COMMUN DE L'AFRIQUE ORIENTALE ET AUSTRALE (COMESA)

Fort de 21 Etats membres: Burundi, Comores, Djibouti, Egypte, Erythrée, Ethiopie, Kenya, Libye, Madagascar, Malawi, Maurice, Ouganda, RD Congo, Rwanda, Seychelles, Somalie, Soudan, Swaziland, Tunisie, Zambie et Zimbabwe, le COMESA a d'abord existé entre 1981 et 1994 en tant qu'une Zone d'échanges préférentiels entre les Etats de l'Afrique orientale et australe. En 1994, les Etats s'engagent résolument sur la voie du Marché commun, avec en toile de fond, la promotion de l'intégration régionale par le commerce et le développement partagé de ressources humaines et naturelles de ses Etats membres.

Dès sa création, le COMESA se donne entre-autres objectifs: « L'assouplissement progressif et l'élimination en fin de compte de l'exigence de visas, ce qui conduira à la libre circulation des personnes, de la main d'œuvre et des services qu'au droit d'établissement » [13]. Le cadre juridique de la libre circulation communautaire se compose, outre de l'article 164 du traité du COMESA de novembre 1993, de deux protocoles sur la circulation des personnes. Le premier dit de Visas est 1984 et vise à faciliter le mouvement des opérateurs économiques. Si ce protocole facilite la circulation par la gratuité de visa et son obtention à l'arrivée, il demeure moins ambitieux car il n'établit pas une « libre » circulation exemptée de toute autorisation d'entrée (visa).

En 2001, le COMESA adopte son deuxième protocole sur la libre circulation des personnes, de la main d'œuvre et des services et le droit d'établissement et de résidence. Ce protocole engage les Etats membres à supprimer progressivement les formalités de visas (art. 3 à 8), à faciliter la circulation de la main-d'œuvre (art. 9), des services (art. 10), à matérialiser le droit d'établissement (art. 11) et de résidence (art. 12) au sein de l'espace communautaire. Cependant, neuf ans après son adoption, ce protocole qui ne nécessitait que sept ratifications pour entrer en vigueur, ne l'est toujours pas. En parallèle, certains Etats membres dont Maurice, le Rwanda et les Seychelles ont depuis dispensé les ressortissants du COMESA de l'obligation de visa, tandis que la Zambie en les ressortissants des Etats membres en mission officielle.

Malgré la mise en place la loi type du COMESA sur l'immigration, visa à faciliter l'harmonisation des lois et des pratiques des Etats du COMESA, le processus d'entrée en vigueur de ce protocole demeure particulièrement lent. Le défi ne réside donc pas uniquement à recueillir le minimum de sept ratifications, mais également à emporter l'adhésion plus large possible de quatorze autres Etats membres.

2.2.3 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ DES ETATS SAHÉLO SAHARIENS (CEN-SAD)

La CEN-SAD a été créée le 4 février 1998 à Tripoli (Libye). Large de vingt-neuf Etats membres: Bénin, Burkina Faso, Cap-Vert, Comores, Côte d'Ivoire, Djibouti, Egypte, Erythrée, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Kenya, Liberia, Libye, Mali, Maroc, Mauritanie, Niger, Nigeria, République Centrafricaine, Sao Tomé-et-Principe, Sénégal, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Tchad, Togo et Tunisie.

La CEN-SAD a révisée et adoptée à N'Djamena (Tchad), le 16 février 2013, le traité l'instituant. L'article 3 de ce Traité stipule que la CEN-SAD poursuit « la promotion de la libre circulation des personnes, des biens et des services.

Cependant, la mise en œuvre de cet objectif stagne au niveau communautaire. Les initiatives courageuses sont dues à la présence au sein de ce grand ensemble, des Etats de la CEDEAO dont le niveau d'intégration, y compris la libre circulation des personnes, le droit de séjour et d'établissement sont particulièrement bien établis.

2.2.4 CADRE ET RÉGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ D'AFRIQUE DE L'EST (CAE)

La CAE est le plus ambitieux des regroupements régionaux d'Etats africains et augure – si la dynamique est maintenue – d'impulser d'importantes avancées d'intégration du continent. En effet, l'article 5.2 du traité de novembre 1999 instituant (de nouveau) la CAE, aligne ses Etats membres: le Burundi (adhère en 2007), le Kenya, l'Ouganda, le Rwanda (adhère en 2007), le Soudan du Sud (adhère en 2016) et la Tanzanie sur la voie d'une « Fédération politique ». Avant la matérialisation de cet objectif, les Etats de la CAE s'engagent à réaliser la libre circulation des personnes et de la main d'œuvre, et à reconnaître aux ressortissants communautaires le droit d'établissement et de résidence dans tout Etat membre (art. 104).

Avant même l'adoption du Protocole sur la libre circulation des personnes dans l'espace CAE, les Etats s'obligent dans le traité fondateur à alléguer pour les ressortissants communautaires, les formalités de passage des frontières (art. 104.3.a), à standardiser leurs documents de voyage (art. 104.3.b), à garder réciproquement les postes frontaliers ouverts (art. 104.3.c), à maintenir des politiques communes d'emploi (art. 104.3.d), à harmoniser leurs législations et politiques relatives à la main d'œuvre (art. 104.3.e), à mettre en place un centre régional de promotion de l'emploi (art. 104.3.f), ainsi qu'à relancer les activités des patronats et des syndicats de travailleurs (art. 104.3.h).

Le 20 novembre 2009, la CAE se dotait du protocole sur la création du marché commun instituant un droit pour tout citoyen d'un Etat membre, muni d'un document de voyage ou d'une carte d'identité nationale (art. 8 et 9) de circuler librement, de résider et de s'établir dans tout autre Etat membre (art. 7). Ce protocole est particulièrement intéressant en ce qui concerne les travailleurs migrants. A ce sujet, son article 10 proscribit toute discrimination à l'égard du travailleur migrant et des membres de sa famille dans l'accès à l'emploi ou l'exercice d'une activité indépendante. La seule limitation admissible s'applique à l'accès aux emplois dans les Services publics.

En outre, tout travailleur migrant communautaire jouit du droit d'être accompagné par ses conjoint, enfant et personne à charge. Ceux-ci jouissent du droit de séjour (art. 14) et disposent (conjoint et enfant) du droit d'être employés ou d'exercer toute autre activité économique. Pour donner effet à l'article 10, les Etats membres s'accordent à reconnaître mutuellement les diplômes et qualifications professionnelles acquis dans tout autre Etat membre; à harmoniser leurs systèmes d'études (art. 11), et leurs politiques et législations du travail (art. 12). L'article 13 de ce Protocole renforce les articles 10, 11 et 12 du fait qu'il institue un droit d'établissement permettant notamment à l'immigrant de créer et de gérer toute entreprise économique et d'accéder au régime de sécurité sociale. Toutefois, tout comme le droit à la libre circulation, le droit d'établissement et le droit de séjour ne sont pas absolus. Ils peuvent être limités par l'Etat si les raisons d'ordre public, de sécurité publique ou de santé publique l'exigent. L'Etat qui impose une limitation est tenu d'en informer les autres Etats membres.

Par ailleurs, tout comme la CEMAC (*supra*) et la CEDEAO (*infra*), la CAE a mis en en circulation son passeport communautaire.

2.2.5 CADRE ET RÉGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE DES ETATS DE L'AFRIQUE CENTRALE (CEEAC)

La CEEAC voit le jour à Libreville (Gabon) le 18 octobre 1983 à la suite d'une décision de transformation de l'Union douanière et économique des Etats de l'Afrique centrale (UDEAC) prise en décembre 1981. La CEEAC regroupe onze Etats membres: Angola, Burundi, Cameroun, Centrafrique, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, RD Congo, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, et Tchad.

La CEEAC poursuit entre-autres objectifs de la suppression progressive, entre les Etats membres, des obstacles à la libre circulation des personnes et au droit d'établissement (art. 4.2.e du Traité fondateur) dans l'espace communautaire. A ce propos, l'article 40.1 du traité qui l'institut dispose que « Les citoyens des Etats membres sont considérés comme ressortissants de la Communauté. En conséquence, les Etats membres conviennent, conformément aux dispositions du Protocole relatif à la libre circulation et au droit d'établissement des personnes joint au présent Traité en tant qu'Annexe VII, de faciliter progressivement les formalités relatives à leur circulation et à leur établissement à l'intérieur de la Communauté ». Le Protocole de la CEEAC sur la libre circulation reconnaît à tout ressortissant communautaire, outre le droit d'entrer, de résider et de sortir de tout Etat membre (art. 2.1), les mêmes droits et libertés que les nationaux de cet Etat, à l'exception de seuls droits politiques (art. 2.3). Hormis le passeport, la carte d'identité nationale ou le laissez-passer et un carnet sanitaire de vaccination constituent les documents de voyage à l'intérieur de la Communauté (art. 3.1).

Cependant, cette communauté n'a que très peu avancée en matière de libre circulation des personnes, notamment à cause des guerres congolaises où, le Rwanda et le Burundi d'une part, l'Angola et le Tchad d'autre part, s'affrontaient militairement. La fin de la guerre n'a pas été suivie d'une harmonisation immédiate de la coopération et de la confiance mutuelle. La deuxième raison tient au chevauchement des communautés. En effet, au Nord-Ouest de la RD Congo, six⁴ de onze Etats membres de la CEEAC forment la CEMAC où la libre circulation des personnes est suffisamment avancée (voir *supra* 2.1.2), à l'Est de la RD Congo, celle-ci et le Burundi et le Rwanda forment la CEPGL poursuivant également la libre circulation des personnes. Les Etats semblent se complaire au sein des petits ensembles où les flux migratoires sont plus importants.

Par ailleurs, le Protocole sur la libre circulation au sein de la CEEAC manque d'ambition à plus d'un titre. La « libre » circulation qu'elle se propose de mettre en place est susceptible de plusieurs entraves. *Primo*, le Protocole reste dubitatif sur la question de la coexistence de la « libre » circulation et du « visa ». C'est-à-dire, d'une libre circulation soumise ou pas à un contrôle aux frontières. *Secundo*, l'énumération des motifs et catégories des personnes auxquels s'applique le protocole crée un flou. En effet, le protocole énumère les touristes, les personnes d'affaires et les professionnels indépendants. Il reste muet notamment sur la question du regroupement familial et des migrations d'études. *Tertio*, le protocole n'institue pas un mécanisme clair, efficace et accessible de contrôle des limitations à la libre circulation des personnes qui peuvent être discrétionnairement décidées par les Etats pour des motifs d'ordre public, de sécurité ou de santé publique (art.3.4). *Quarto*, la notion de « libre » circulation va difficilement de pair si pas incompatible avec les formalités restrictives tenant à la fortune de la personne et à la limitation de ses marges de manœuvres. En l'occurrence, l'article 3.2 du protocole manque d'ambition lorsqu'il soumet les citoyens des Etats membres qui voyagent en qualité de touristes, à la production de la preuve qu'ils peuvent vivre de *leurs propres* ressources et les contraint de renoncer de la manière la plus forte à l'exercice d'une *quelconque* profession pendant leur séjour.

A ce jour, les tentatives de relance de la mise en œuvre de ce protocole n'ont produit que très peu des résultats [14].

2.2.6 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE DES ETATS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST (CEDEAO)

La CEDEAO est l'exemple de construction communautaire de la libre circulation des personnes au sein des CER africaines. L'Afrique de l'Ouest a toujours été un espace de fortes migrations essentiellement intrarégionales [15]. La CEDEAO a réussi à mettre en place un encadrement juridique et politique de cette mobilité. La CEDEAO, créée en 1975 est un espace constitué de 15 Etats: Benin, Burkina Faso, Cap Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone et Togo (La Mauritanie s'étant retirée en 2002) poursuivant entre autres la suppression totale entre les Etats membres de tous obstacles à la libre circulation des personnes, ainsi qu'au droit de résidence et d'établissement » (art. 3.2.d.iii et 55.1.ii du Traité révisé).

L'arsenal juridique de la CEDEAO en matière de libre circulation des personnes se composent, outre du traité révisé à Cotonou (Benin) le 24 juillet 1993, du Protocole du 29 mai 1979 sur la liberté de circulation des personnes, le droit de résidence et d'établissement; du Protocole A/P/3/5/82 du 29 mai 1982 portant code de citoyenneté de la Communauté; des Protocoles additionnels A/SP1/7/85 du 6 juillet 1985, A/SP/1/7/86 du 1^{er} juillet 1986 et A/SP2/5/90 du 29 mai 1990 relatifs à la mise en œuvre du protocole sur la libre circulation des personnes, le droit de résidence et d'établissement dans l'espace CEDEAO; ainsi que des diverses décisions et résolutions. La mise en œuvre du Protocole sur la libre circulation a été échelonnée sur 15 ans. D'abord le droit d'entrée et l'abolition de visa dès 1985, l'effectivité du droit de résidence dès 1990, et du droit d'établissement dès l'année 1995.

Le protocole de la CEDEAO sur la liberté de circulation des personnes est intéressant à plus d'un titre. D'abord et contrairement à son modèle concurrent – le protocole de CAE du 20 novembre 2009 sur la création du marché commun –, il est formulé en termes des « droits » reconnus « directement » aux ressortissants communautaires, et non de manière « indirecte » sous forme des « obligations » des Etats (comme c'est le cas notamment dans l'espace de la CAE). En outre, le terme « migrant » est inclusif de sorte qu'« il tient pas compte de causes de départ, et peut donc inclure différents type [s] de migrants, y compris les réfugiés » [16]. De plus – et cela contrairement par exemple au Protocole de la CEEAC – la seule condition à remplir par les personnes migrantes est la disposition d'un document de voyage et d'un certificat de vaccination. La distinction la plus remarquable du modèle de la CEDEAO est sans doute sa Cour de justice que les citoyens communautaires sont habilités à saisir en matière des droits humains reconnus par les textes communautaires ou internationaux.

⁴ Il s'agit du Cameroun, de la Centrafrique, du Congo, du Gabon, de la Guinée Equatoriale et du Tchad.

Cependant, malgré de résultats assez positifs, d'importants défis demeurent à relever pour garantir le droit à la mobilité au sein de l'espace CEDEAO. De ces difficultés figurent des pesanteurs politiques et intentionnelles découlant des difficultés d'application des instruments juridiques communautaires, où des velléités d'affirmation souverainiste entravent la liberté de circulation dans l'espace communautaire [17].

2.2.7 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN DE L'AUTORITÉ INTERGOUVERNEMENTALE SUR LE DÉVELOPPEMENT (IGAD)

L'IGAD a été mise en place le 21 mars 1996 à Nairobi (Kenya) en remplacement de l'Autorité intergouvernementale sur la sécheresse et le développement (IGADD). Elle regroupe le Djibouti, l'Éthiopie, le Kenya, la Somalie, le Soudan, le Soudan du Sud et l'Ouganda. En créant l'IGAD, les Etats membres se donnaient entre autres objectifs d'harmoniser leurs politiques en ce qui concerne la libre circulation des personnes, et le droit d'établissement dans l'espace communautaire (art. 7.b de l'Accord portant création de l'IGAD). Le processus de mise en place d'un espace de libre circulation n'est pas encore très développé. En effet, c'est seulement le 26 février 2020 que les ministres chargés de l'Intérieur et du travail des Etats membres de l'IGAD approuvaient à Khartoum (Soudan) le Protocole sur la libre circulation des personnes. Le processus est encore à ses débuts pour être évaluée.

Cependant, l'IGAD ne fait pas exception au chevauchement que connaissent les autres CER africaines (par exemple la CEEAC ci-dessus). Trois (Kenya, Soudan du Sud et Ouganda) de ces cinq Etats membres font partie de la CAE (voir *supra*).

2.2.8 CADRE ET RÈGLEMENTATION AU SEIN COMMUNAUTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE L'AFRIQUE AUSTRALE (SADC)

Le traité de la SADEC a été signé le 17 août 1992, en succession à la Conférence de coordination pour le développement de l'Afrique Australe (SADCC) qui existait depuis 1^{er} avril 1980. Elle se compose de seize Etats membres: l'Afrique du Sud, l'Angola, le Botswana, Comores, le Lesotho, le Madagascar, le Malawi, l'île Maurice, la Mozambique, la Namibie, la RD Congo, les Seychelles, le Swaziland, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe.

L'article 5.2.d du Traité instituant la SADC note parmi ses objectifs: « develop policies aimed at the progressive elimination of obstacles to the free movement of capital and labour [...] ». A cet effet, son Protocole de 2005 sur la facilitation de la circulation des personnes institue la suppression progressive de visa (art. 14 et 15), le droit de résidence (art. 16 et 17) et d'établissement (art. 18 et 19), les droits et les obligations des ressortissants communautaires (art. 20), la protection des droits existants (art. 21), les expulsions (art. 22 à 25), et régit la question des réfugiés et des demandeurs d'asile (art. 28).

En 1996, un protocole plus ambitieux était initié dans l'espace SADC. Cependant, le projet fut abandonné en faveur d'un protocole plus restrictif en matière de circulation des personnes, adopté en 1997, puis révisé en 2005. La raison qui a présidé à l'abandon du projet de 1997 est les disparités économiques qui existent entre les Etats membres et qui pouvaient entraîner des flux migratoires en un seul sens. Par ailleurs, le protocole de 2005 est loin d'être ratifié et implémenté par l'ensemble des Etats membres. Seuls l'Afrique du Sud, Botswana, le Mozambique et le Swaziland ont fait de progrès en matière de libre circulation des personnes sur base du protocole de la SADC [18]. Outre les discussions sur le passeport SADC, un cadre régional sur le politique migratoire a été élaboré en 2014, ainsi qu'un protocole sur l'emploi et le travail qui appelle les Etats membres à garantir les droits humains aux travailleurs migrants et à leurs membres de famille. La SADC a également révisé en 2016 son plan d'action relatif à la main d'œuvre communautaire.

Si les efforts de mise en œuvre de la libre circulation et de l'élargissement de l'espace (notamment les discussions avec le Madagascar) demeurent, les Etats de la SADC ne s'empressent pas à ratifier adéquatement son Protocole. Si les raisons sont diverses, l'une des majeures sont les pesanteurs d'autres communautés auxquelles participent une partie des Etats membres. C'est notamment le cas du Comores, de l'île Maurice et des Seychelles qui sont membres de COI.

3 LES ENTRAVES À L'EFFECTIVITÉ DE LA LIBRE CIRCULATION DES PERSONNES EN AFRIQUE

Si les avantages de la libre circulation des personnes ne sont plus à prouver vu que cet objectif est porté par TOUTES les CER africaines, y compris les CESR, les défis quant à eux qui bloquent ce processus ne sont pas suffisamment explorés, en particulier dans un contexte continental de l'UA.

Comme cela ressort des lignes précédentes, d'importants efforts pour garantir le droit d'entrer, de séjourner et de s'établir dans un Etat du continent autre que celui d'origine ont été déployés dans les années qui ont les indépendances. Aujourd'hui, le projet est porté par l'UA dans le cadre de la mise en œuvre du Traité d'Abuja instituant la Communauté économique africaine. Le processus s'étend sur plus d'une trentaine d'années à partir de 1994. La matérialisation de la libre circulation des personnes sur l'ensemble du continent est l'un des objectifs de la cinquième étape (2019-2023) pour un total de six étapes du

processus. Sans aucun doute, au regard: *Primo*, de la réglementation de la question sur tous les autres continents, y compris en Europe (hormis l'UE qui ne regroupe que 27 Etats européens, l'espace Schengen ne comptant que 26 Etats membres dont 22 Etats membres de l'UE); et *secundo*, des difficultés des CESR et des CER africaines à rendre pleinement opérationnelle la libre circulation des personnes dans des petits ensembles à l'histoire et/ou à la culturelle plus ou moins similaires, l'objectif de rendre effectif la libre circulation des personnes, et les droits de résidence et d'établissement en Afrique est le plus ambitieux et le plus hardi de l'UA.

L'étude de la gouvernance des migrations dans les CESR et les CER africaines fait déjà ressortir les défis de la libre circulation des personnes dans une perspective continentale (3.1). Cependant, d'autres défis sont liés aux interactions intercontinentales (3.2).

3.1 LES ENTRAVES DANS LE CADRE DES CER

Bien que l'UA se fonde sur les CER dans son projet de libre circulation des personnes sur le continent, l'existence des CESR ne peut passer inaperçue dans l'étude des opportunités et des entraves à la libre circulation dans une perspective continentale, encore que certaines CESR, à l'exemple du CEMAC sont plus avancées sur la question. A ce niveau, le terme CER désigne indistinctement les CESR et les CER, qui d'ailleurs les unes comme les autres se chevauchent.

Les entraves à la libre circulation des personnes au niveau continental sont des divers ordres: les unes sont internes aux CER (3.1.1) et les autres liées à leur chevauchement (3.1.2).

3.1.1 LES ENTRAVES INTERNES

Les entraves dans la mise en œuvre de la libre circulation des personnes au sein des CER sont de nature à expliquer la lenteur des Etats africains à s'approprier le Protocole au traité instituant la Communauté économique africaine, relatif à la libre circulation des personnes, au droit de résidence et d'établissement (adopté à Addis-Abeba, le 29 janvier 2018). A ce jour, celui-ci n'a été signé que par 32 de 55 Etats membres de l'UA, et seulement quatre ratifications, alors qu'il nécessite quinze ratifications pour son entrée en vigueur (art. 33.1 du Protocole). Ces entraves résultent principalement des affirmations souverainistes (A), des contraintes socioéconomiques (B), des préoccupations d'ordre sécuritaire et de santé publique (C).

3.1.1.1 LES AFFIRMATIONS SOUVERAINISTES

Cette situation traversée presque toutes les communautés économiques africaines. D'abord, pour la SADC, l'échec du projet de l'ambitieux projet de protocole de 1997 est la position de l'Afrique du Sud qui considère qu'une totale libre circulation entraînerait une ruée vers son territoire. Pourtant, s'il existe en effet, des flux vers l'Afrique du Sud dont l'économie est florissante par rapport à d'autres Etats africains, il n'en demeure pas moins que ne migrent que ceux qui ont les moyens et la raison pour le faire. Ainsi, d'importantes restrictions aux migrations, loin de les endiguer, les rendent plus clandestines, coûteuses, dangereuses [19]⁵, nourri le sentiment xénophobe, et poussent les migrants dont la motivation de départ était une migration circulaire, à la sédentarisation.

Dans l'UMA, le conflit de leadership entre l'Algérie et le Maroc entrave la libre circulation des personnes au sein de cette communauté régionale africaine comprise entre deux modèles en matière de mobilité: l'UE d'un côté, et la CEDEAO de l'autre [10]-[11]. De plus, comme le note Simon-Pierre Zogo Nkada, « les Etats engagés dans le processus d'intégration régionale restent encore des entités souveraines ayant une compétence exclusive sur leur territoire en matière de législation et de réglementation sur les mouvements des personnes et des biens. Cette velléité d'affirmation des souverainetés nationales se caractérise par un repli identitaire des populations des Etats [...] » [20], pourtant, si la coopération internationale est une suite logique de la souveraineté des Etats, elle implique un abandon d'une parcelle de pouvoir au profit de l'instauration du vivre-ensemble.

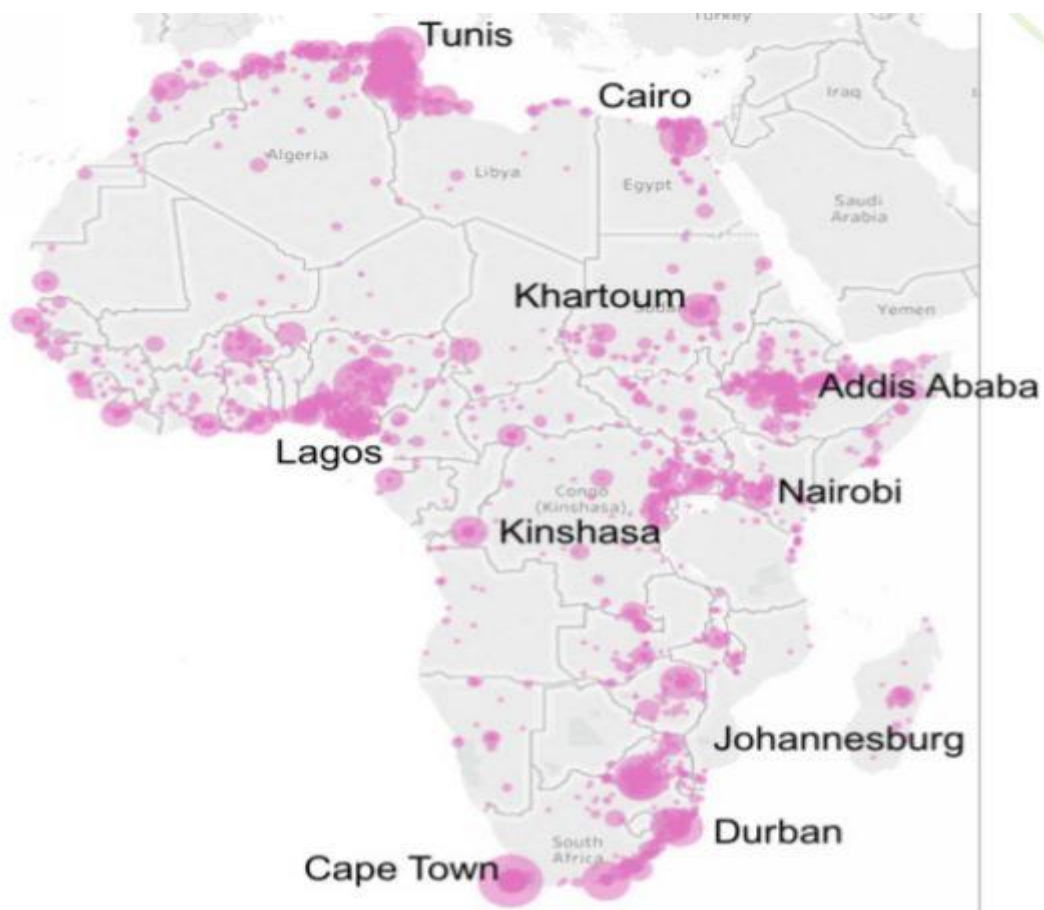
⁵ Voir aussi les positions de Pierre d'Argent (professeur de droit international à l'UCLouvain), et de François Gemenne (chercheur et enseignant à l'ULG et à Sciences Po Paris), Article de presse disponible ici: https://www.rtb.be/info/dossier/la-premiere-soir-premiere/detail_fermer-les-frontieres-ne-sert-a-rien?id=9951419

3.1.1.2 LES CONTRAINTES SOCIO-ÉCONOMIQUES

L'image que la personne migrante est en quête des prestations sociales, qu'elle représente un poids pour la sécurité sociale de l'Etat de destination, qu'elle s'empare des emplois est totalement exagérée. La mobilité humaine est aussi vieille que monde et on ne peut l'arrêter, sauf à violer massivement les droits humains [21]. Les hésitations des Etats africains à ratifier les protocoles relatifs à la libre circulation des personnes et/ou à les mettre en œuvre par crainte de s'attirer les demandeurs d'emploi d'autres Etats ignorent que les personnes qui migrent sont dans une large majorité des personnes actives, non immédiatement éligibles à la retraite. Par ailleurs, les migrants contribuent à l'économie de son pays d'accueil tant dans la production, la circulation que la consommation des richesses.

L'image d'un migrant faisant pitié et méprisable résulte des politiques et discours publics. Le cas de l'Afrique du Sud est une illustration. En effet, dans cet Etat de la SADC, « [p] ermettre la libre circulation a été perçu comme aggravant [... la concurrence sur le marché de l'emploi] en particulier lorsque les migrants sont des travailleurs avec des compétences plus élevées. Cette perception que "les étrangers occupent trop d'emplois locaux" était en grande partie [...] responsable des attaques xénophobes en Afrique du Sud que certains ont appelées "*afro phobie*" parce que l'hostilité est principalement envers des étrangers africains plutôt que des étrangers blancs » [22].

La situation est loin d'être exclusive à l'Afrique du Sud, comme l'illustre le graphique ci-après:



Graphique 1. Exacerbations de la xénophobie sur le continent africain en 2016

Source: ACLED, Version 6.0, cité par l'Organisation internationale pour les migrations (OIM) [23]

Si l'accueil des « flux » migratoires peut entraîner des contraintes socio-économiques, ils n'en demeurent pas ainsi sur le long terme, ainsi plusieurs Etats africains, dont l'Afrique du Sud, qu'extra-africains notamment les Etats Unis d'Amérique portent l'empreinte migratoire dans leur essor économique.

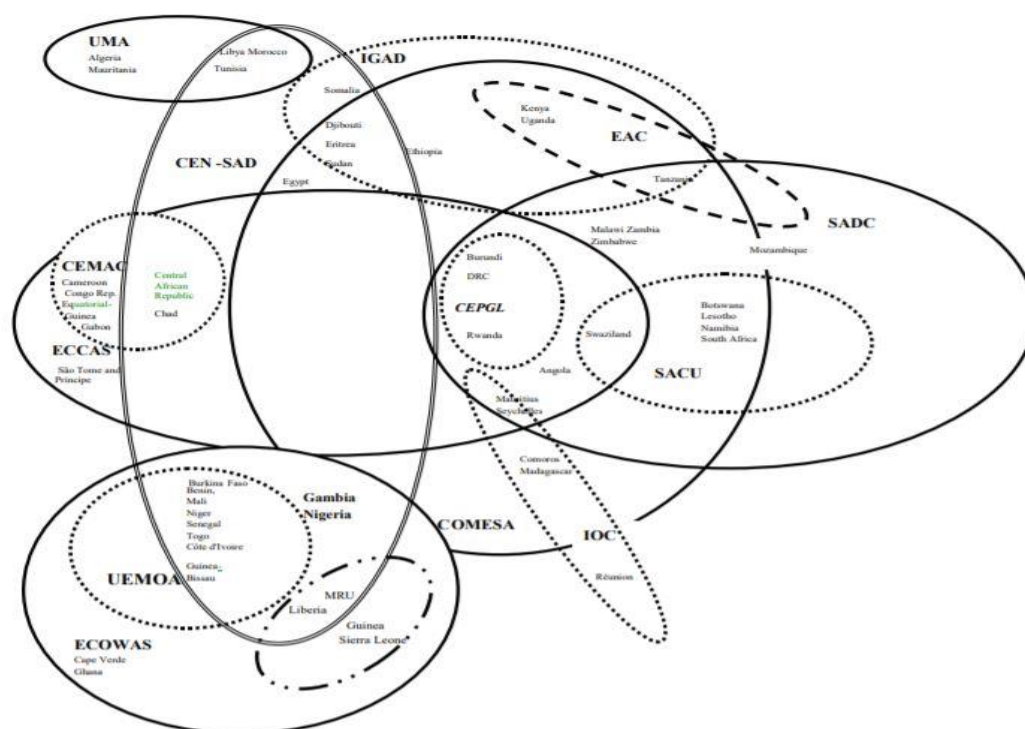
3.1.1.3 LES PRÉOCCUPATIONS D'ORDRE SÉCURITAIRE ET DE SANTÉ PUBLIQUE

Les questions d'ordre sécuritaire et de santé publique ne peuvent pas inaperçues dans la construction des grands ensembles. Les attaques terroristes notamment au Burkina Faso, au Niger, au Nigeria, au Mali, mais également des groupes armés actifs notamment dans l'Est de la RD Congo, en Libye, au Soudan du Sud, et les défis liés aux crimes organisés ne peuvent qu'inquiéter les gouvernements soucieux de protéger leurs populations et leur stabilité.

L'idée qui en résulte, comme le note l'Organisation internationale pour les migrations, est que la mobilité à travers les frontières est perçue met l'Etat en difficulté de déterminer les intentions des personnes migrantes [24]. Cependant, il y a lieu de relever que dans leur grande majorité, les frontières des Etats africains sont poreuses. Il n'est pas rare que l'Etat soit surpris de la présence des milliers d'étrangers à plusieurs kilomètres à l'intérieur de ses frontières⁶. De plus, le croisement fait entre la libre circulation des personnes et les menaces sécuritaires ne reposent pas sur de preuves et de données empiriques suffisantes, pouvant démontrer que les étrangers constituent plus que les nationaux, une menace à la sécurité. Le Rwanda qui a par exemple ouvert son régime de visa n'a pas signalé de problèmes de sécurité plus importants [25]. Par ailleurs, outre qu'une migration contrôlée reste de loin préférable à celle incontrôlée, le Conseil de paix et de sécurité de 2017 de l'UA, reconnaît que la libre circulation des personnes a plus d'avantages que des défis sécuritaires et économiques potentiels et réels [26].

3.1.2 LES ENTRAVES LIÉES AU CHEVAUCHEMENT DES CER

Le chevauchement des communautés économiques africaines constitue une autre entrave à l'effectivité d'une libre circulation en Afrique.



Graphique 2: Chevauchement des communautés économiques africaines

Source: Unctad: ARIA II en bref⁷.

⁶ Voir par exemple, La libre Afrique, *La RDC expulse plusieurs centaines de Burundais « en séjour illégal »*, article de presse accessible ici: <https://afrique.lalibre.be/47881/la-rdc-expulse-plusieurs-centaines-de-burundais-en-sejour-illegal/>

⁷ Disponible en ligne ici: https://vi.unctad.org/resources-mainmenu-64/digital-library?task=dI_doc&doc_name=263_66_aria2

Plusieurs difficultés résultent de ce chevauchement. Il place l'Etat dans une « surobligation ». En effet, en appartenant à plus d'une communauté économique d'intégration, les Etats sont soumis de part et d'autre à des obligations de respecter leurs engagements qui sont des divers ordres et nécessitent diverses ressources. Pour donner effet au droit communautaire, les Etats sont tenus d'enclencher des réformes législatives, administratives, économiques, sociales, etc. De plus, ils ont tenu de verser régulièrement leurs contributions financières à chacune des communautés dont l'Etat est membre, en plus de contributions à l'UA et l'ONU notamment. Par ailleurs, certains objectifs, tout comme des programmes de ces communautés se dupliquent et/ou sont incompatibles. Par conséquent, les Etats ne s'empressent pas à ratifier et à mettre en œuvre les protocoles et autres décisions communautaires.

Hormis la CEDEAO, la CAE et la CEMAC qui font suffisamment des progrès sur la question, cet enchevêtrement semble disperser les efforts des Etats. Nombreux entament ainsi des processus qui mettent des dizaines d'années avant d'aboutir à une ratification, et bien plus d'années avant la mise en œuvre.

3.2 LES ENTRAVES LIÉES À LA COOPÉRATION MIGRATOIRE EXTRA-AFRICAINNE: LE CAS DE LA COOPÉRATION AVEC L'UNION EUROPÉENNE

Depuis la « crise » européenne de l'accueil des migrants, celle-ci a concentrée sa politique migratoire sur les pays africains dont la porosité de certaines frontières et l'inefficacité des politiques migratoires a contribué à ces flux. Cette volonté de l'UE et de ses Etats membres de sous-traiter le contrôle de leurs frontières à des pays africains s'est affermie dès novembre 2015 avec le Sommet de La Valette, ayant levé l'option de subordonner l'aide publique au développement à la coopération des Etats africains dans la lutte contre l'immigration clandestine vers l'UE. Pour ce faire, un Fonds fiduciaire de l'UE pour l'Afrique⁸ a été créé, et un Plan d'action dont le suivi de la mise en œuvre est assuré par des mécanismes préexistants à savoir le Processus de Rabat, celui de Khartoum et la Stratégie commune UE-Afrique⁹.

Si la coopération internationale demeure importante, celle-ci est cependant de nature à entraver la circulation sur le continent. En effet, la politique extérieure européenne en matière de migration est loin de ne lutter que contre les migrations irrégulières, elle se révèle de plus en plus de nature à restreindre les canaux légaux des migrations. L'UE et ses Etats membres n'ont cessé au fil des ans de durcir les conditions des migrations du Sud vers le Nord [27]-[28] sans réellement tenir compte de la situation des Etats africains¹⁰, et du potentiel que représente cette migration pour l'Afrique. La logique de l'UE est une logique de fermeture et de renvoi des migrants. Or, aujourd'hui, l'UE – comme le titre Claudia Charles et Pascaline Chappart – prend les frontières africaines pour les siennes [29], ce qui est en inadéquation avec le projet africain de formation d'un vaste ensemble de libre circulation sur le continent. Les Etats africains du pourtour de la Méditerranée n'ont cessé de reformer leur législation relative à l'entrée, au séjour et à la sortie des étrangers pour répondre à la demande européenne [30].

Cette coopération que l'UE, en tant qu'un bloc de 27 Etats (28 avant le Brexit) prend le soin d'entretenir avec chaque Etat africain pris isolément crée en soi un déséquilibre dans le dialogue et ne garantit pas un partenariat d'égal à égal. D'ailleurs, Nasser Bourita, ministre marocain des Affaires étrangères, a eu à le souligner à l'approche de l'adoption du Pacte mondial pour les migrations en ces termes: « [l'UE] ne peut pas demander au Maroc son aide sur la question migratoire [...] tout en traitant le pays comme un objet. »¹¹.

Comme l'illustre le graphique ci-dessous, l'influence de l'UE sur le continent en matière de libre circulation de personnes est de plus en plus croissante, elle serait bénéfique (notamment en termes de formation, de contrôle de frontières, de lutte contre la traite des êtres humains et le trafic des migrants, etc.) si les Etats africains forment un bloc dans le cadre de l'UA pour

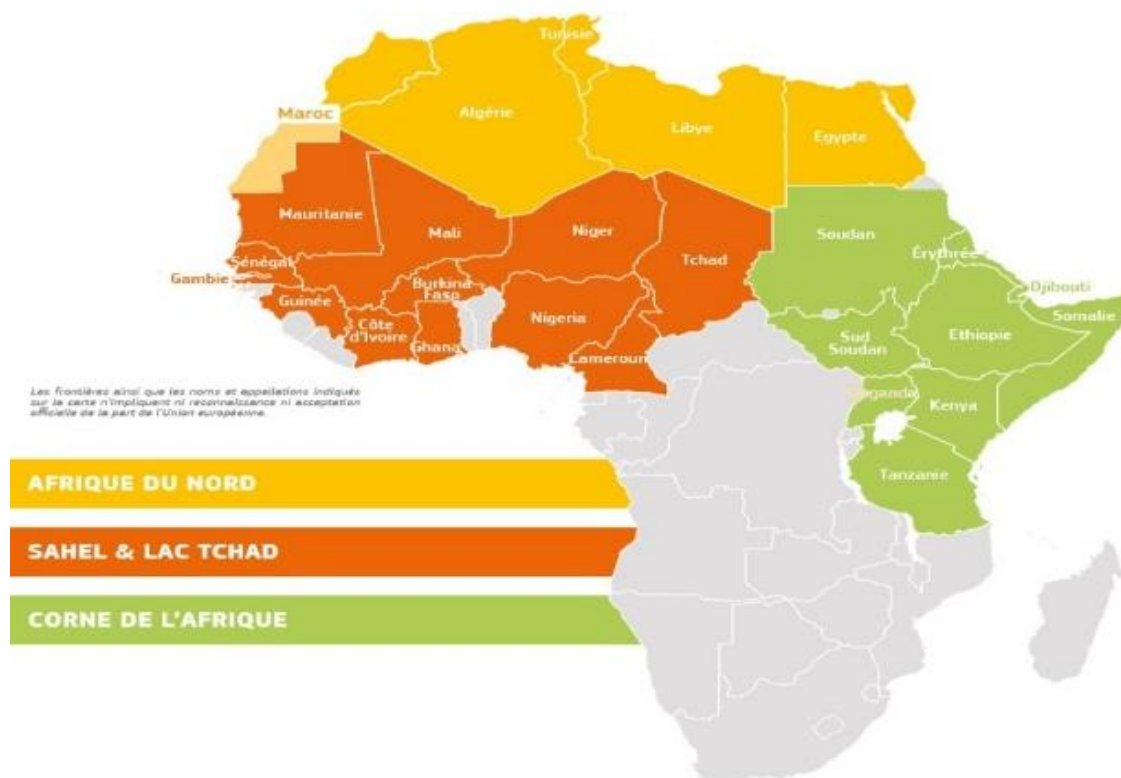
⁸ En mai 2018, le montant de ce Fonds s'élevait à 3,4 milliards d'euros.

⁹ Le premier Sommet Afrique-UE de Lisbonne en 2007 a conduit à l'adoption d'un Partenariat Afrique-UE sur la Migration, la Mobilité et l'Emploi (MME), il est l'un des neuf partenariats thématiques institués dans le cadre de la Stratégie commune UE-Afrique.

¹⁰ Par exemple, le 2 février 2020 est entrée en vigueur le Règlement (UE) 2019/1155 portant modification du Règlement (CE) n° 810/2009 établissant un code communautaire des visas (codes des visas). Ce règlement, au motif de permettre aux Etats européens d'avoir plus de ressources financières pour maintenir des effectifs consulaires suffisants traitant les demandes de visa, a revu à la hausse le tarif applicable à la demande de visa, passant de 60 à 80 euros (art. 16.1 du Règlement (UE) 2019/1155). Pour les enfants (6-12 ans) l'article 16.2 du même Règlement octuple spectaculairement les droits de visa passant de 5 à 40 euros. En clair, ce sont les pays pauvres qui financent le fonctionnement consulaire des pays riches.

¹¹ Extrait de l'interview du Chef de la diplomatie marocaine, Nasser Bourita, accordée au quotidien autrichien *Die Presse*, publiée le 04 octobre 2018 et relayée sur <http://www.legriot.info/25004-le-maroc-appelle-leurope-a-un-partenariat-degal-a-egal-sur-la-migration.html>

mener une coopération équilibrée et concertée avec l'Europe. Cependant, l'ordre dispersé ne fait que renforcer la logique européenne sur le continent.



Graphique 3: Pays couverts par le Fonds fiduciaire européen pour l'Afrique

Source: Commission européenne, Rapport annuel 2018 du Fonds fiduciaire de l'UE pour l'Afrique, Bruxelles, Mars 2019, p. 7.

4 LES PERSPECTIVES D'UNE LIBRE CIRCULATION DES PERSONNES EN AFRIQUE

Aujourd'hui en Afrique, en Europe et dans le monde, évoquer la question des migrations internationales renvoie assez rapidement à l'image des milliers d'africains, femmes, hommes et enfants qui tentent le tout pour tout pour rejoindre l'Europe au moyen d'embarcations de fortune sur la Méditerranée, mais également à toute jeunesse africaine pleine de vitalité et d'énergie qui doit faire avancer l'Afrique. La question est aujourd'hui une priorité pour le continent et le contexte international est favorable à l'émergence de la libre circulation des personnes sur le continent et dans le monde.

Depuis 2015, le droit africain a évolué dans le sens de la libre circulation des personnes, des capitaux, des biens et des services sur le continent. C'est notamment avec le lancement de la Stratégie de développement de l'Afrique dans le cadre de l'Agenda 2063; le Protocole au traité instituant la Communauté économique africaine relatif à la libre circulation des personnes, au droit de séjour et au droit d'établissement (2018), ainsi que la Décision du Conseil de paix et de sécurité de 2017, qui reconnaît que la libre circulation des personnes a plus d'avantages que des défis sécuritaires et économiques potentiels et réels qui peuvent en résulter. Cela a conduit à la révision du Cadre de politique migratoire pour l'Afrique assorti d'un Plan d'action (2018-2030) [31]. L'Afrique venait de faire un pas décisif pour combler le déficit d'un cadre politique et d'une stratégie migratoire cohérents sur la base desquels elle pouvait engager collectivement l'Europe [32].

Avec ce nouveau Cadre de politique migratoire, l'UA, qui se doit de mobiliser l'ensemble de ses Etats dans la dynamique de l'« agir ensemble », met au centre de son action, la libre circulation des personnes¹², y compris la création des conditions favorables à la participation des migrants, surtout ceux de la diaspora au développement du continent. Les migrations sont pour l'Afrique d'une grande opportunité de croissance et de développement inclusif¹³ plus que l'aide publique étrangère. Ce nouveau cadre africain sur les migrations, couplée à l'adoption en décembre 2018 à Marrakech (Maroc) du Pacte mondial pour les migrations permettent une compréhension commune par tous les Etats africains, des opportunités et des défis des migrations, ainsi que de la nécessité d'établir une coopération plus ambitieuse au niveau de l'Afrique, pour mieux protéger leurs droits, ainsi qu'une coopération équilibrée avec notamment l'UE.

5 CONCLUSION

Depuis les indépendances, les Etats africains se sont lancés sur la voie de la reconstitution des grands ensembles pour notamment faciliter la mobilité de leurs populations. L'objectif d'assurer cette mobilité est largement partagé dans toutes les communautés économiques sous-régionales et régionales. Cependant, le niveau de réglementation et de mise en œuvre de la libre circulation des personnes à travers les frontières africaines diffère d'une communauté économique à une autre.

Ces communautés économiques régionales constituent les piliers de l'ambitieux programme africain d'instaurer d'ici à 2028, un Marché commun africain. Pour cela, la libre circulation des personnes devra être effective sur le continent d'ici à 2023. Cependant, les Etats africains traînent le pas à ratifier et à mettre en œuvre le Protocole au traité instituant la Communauté économique africaine relatif à la libre circulation, au droit de résidence et au droit d'établissement. Pourtant, la libre circulation des personnes sur le continent a plus d'avantages que des défis sécuritaires et économiques réels et potentiels qui peuvent en résulter [33]. Plus qu'hier, le contexte est favorable aujourd'hui, et le succès de l'UA dépend entièrement de l'appropriation de ce processus par ses Etats membres.

REFERENCES

- [1] Alfred Ombeni Musimwa et Sylvie Sarolea, « The Great Lakes and the European Union », à paraître dans l'ouvrage édité par Dr. Adeoye O. Akinola et Dr. Jesper Bjarnesen, *Worlds Apart: African and European Perspectives on Migration*.
- [2] Louis De Clerck, *L'administration coloniale belge sur le terrain au Congo (1908-1960) et au Ruanda-Urundi (1925-1962)*.
- [3] Di-Kuruba Dieudonné Muhinduka, *Gestion additive, biens publics et fourniture de l'électricité dans la région de Bukavu, RD Congo*, Thèse de doctorat en Sciences politiques et sociales, Université catholique de Louvain, Mai 2010, p. 128.
- [4] Convention portant création de la Communauté Economique des Pays des Grands Lacs (C.E.P.G.L.), Journal officiel de la République du Zaïre, n° 20 du 15 octobre 1980, article 2.
- [5] Réseau Européen pour l'Afrique Centrale (ci-après: EURAC), « Grands Lacs: La libre circulation des personnes et des biens au sein de la CEPGL », Grands Lacs, N° 56, Juillet 2009, p. 2.
- [6] Canada, Immigration and Refugee Board of Canada, République démocratique du Congo/Burundi/Rwanda: information sur les déplacements entre ces pays, y compris information indiquant si un passeport est requis; information sur les autres documents utilisés pour voyager, 15 March 2012, ZZZ104039.EF
Available at: <https://www.refworld.org/docid/4f9e596d2.html> [accessed 23 July 2020].

¹² Il est prévu dans le cadre de l'Agenda 2063 de l'Union africaine, l'introduction du Passeport unique pour l'Afrique au cours de l'année 2018, suivant trois phases: L'application du droit d'entrée et abolition du droit de visa, ensuite l'application du droit de séjour et enfin, l'application du droit d'établissement. Voy. Union africaine, *Protocole au traité instituant la Communauté économique africaine relatif à la libre circulation des personnes, au droit de séjour et au droit d'établissement*, 2018.

¹³ On peut lire dans la note d'information de la Banque mondiale d'Avril 2018, que les envois de fonds vers la région Afrique subsaharienne se sont accélérés à 11% pour atteindre 38 milliards de dollars américains (USD) et enregistré une croissance de 9% en Afrique du Nord. Voy Dilip Ratha, Supriyo De, Eung Ju Kim et alii, *Migration and Development Brief 29*, Banque mondiale, 2018, pp. 29 et 33. Alors que pour la même année, l'Aide publique au développement (APD) à l'Afrique subsaharienne a été de 25 milliards USD, et une augmentation pour l'Afrique en général de 3%, renseigne l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), en ligne: <http://www.oecd.org/development/development-aid-stable-in-2017-with-more-sent-to-poorest-countries.htm>

Aussi, les projections démographiques révèlent que la population jeune d'Afrique comptera 2,4 milliards de personnes d'ici 2050, alors que l'Europe devrait perdre 30 millions de ses 738 millions d'habitants d'ici 2050. Lire à ce sujet: ONU, *Rapport du représentant spécial du Secrétaire général sur la migration*, 2017, p. 12. Lire aussi, S. Smith, *La ruée vers l'Europe. La jeune Afrique en route pour le Vieux Continent*, Grasset, 2018, p. 19.

- [7] Alfred Ombeni Musimwa et Sylvie Sarolea, « The Great Lakes and the European Union », à paraître dans l'ouvrage édité par Dr. Adeoye O. Akinola et Dr. Jesper Bjarnesen, *Worlds Apart: African and European Perspectives on Migration*.
- [8] MRU, Consolidated fourth protocol to the Mano river Declaration: Expanding the aims and objectives of Mano river union, pp. 22-24. Disponible ici <http://mru.int/wp-content/uploads/2019/09/MRU-CONSOLIDATED-PROTOCOLS-.pdf>.
- [9] Commission de l'océan Indien, *Rapport annuel 2017*, p. 26.
- [10] Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), *Need New translation: Union du Maghreb arabe*, pp. 10 à 11.
- [11] Delphine Perrin, « La circulation des personnes au Maghreb », *CARIM Notes d'analyse et de synthèse*, 2008/46, p. 1.
- [12] Hajer Gueldich, Droit de l'intégration de l'Union du Maghreb Arabe: D'une naissance prématurée à l'échec d'une intégration régionale, Addis Abeba, novembre 2013, p. 10.
- [13] Secrétariat du COMESA – Unité de communication institutionnelle, *Le COMESA en bref. Croissance à l'unisson, Prospérité partagée*, Lusaka, septembre 2018, p. 4.
- [14] International Organization for Migration, *Free movement of persons in regional integration processes*, International dialogue on migration, June 2007, p. 12.
- [15] Floriane Charrière et Marion Frésia, *L'Afrique de l'Ouest comme espace migratoire et espace de protection*, Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés, Novembre 2008, p. 3.
- [16] Floriane Charrière et Marion Frésia, *L'Afrique de l'Ouest comme espace migratoire et espace de protection*, Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés, Novembre 2008, p. 23.
- [17] Simon-Pierre Zogo Nkada, « La libre circulation des personnes: Réflexions sur l'expérience de la C.E.M.A.C. et de la C.E.D.E.A.O. », *Revue internationale de Droit économique*, 2011/1, t. XXV, pp. 127 à 129.
- [18] United Nations – Economic Commission for Africa, *SADC – Free movement of persons*, available on line: <https://www.uneca.org/pages/sadc-free-movement-persons>.
- [19] Naomi Berger, « Les migrations: caravanes millénaires de l'espoir », *Centre permanent pour la citoyenneté et la participation*, Bruxelles, 2015, p. 16.
- [20] Simon-Pierre Zogo Nkada, « La libre circulation des personnes: Réflexions sur l'expérience de la C.E.M.A.C. et de la C.E.D.E.A.O. », *Revue internationale de Droit économique*, 2011/1, t. XXV, pp. 128 à 129.
- [21] F. Crépeau (Rapporteur Spécial des Nations Unies sur les droits de l'homme des migrants 2011-2017), *La mobilité et la diversité, défis des sociétés contemporaines*, Discours prononcé lors des journées des réseaux institutionnels de la Francophonie, Paris, Juin 2016, p. 2.
- [22] Organisation internationale pour les migrations (OIM), *Etudes des avantages et des défis de la libre circulation des personnes en Afrique*, UA et OIM, Janvier 2018, p. 70.
- [23] Organisation internationale pour les migrations (OIM), *Etudes des avantages et des défis de la libre circulation des personnes en Afrique*, UA et OIM, Janvier 2018, p. 71.
- [24] Organisation internationale pour les migrations (OIM), *Etudes des avantages et des défis de la libre circulation des personnes en Afrique*, UA et OIM, Janvier 2018, p. 84.
- [25] Organisation internationale pour les migrations (OIM), *Etudes des avantages et des défis de la libre circulation des personnes en Afrique*, UA et OIM, Janvier 2018, p. 85.
- [26] Décision du Conseil de paix et de sécurité de l'UA, *PSC/PR/COMM.1 (DCLXI)*, Addis-Abeba, 23 février 2017.
- [27] Jean Yves Carlier et François Crépeau, « De la "crise" migratoire européenne au pacte mondial sur les migrations: exemple d'un mouvement sans droit ? », *Annuaire français de droit international*, LXIII, Paris, CNRS Editions, 2017, p. 464.
- [28] Yves Pascouau et Henri Labayle (dir.), Les conditions d'accès au regroupement familial en question: Une étude comparative dans neuf Etats membres de l'UE, European policy centre, Fondation Roi Baudouin, Novembre 2011, p. 22.
- [29] Claudia Charles et Pascaline Chappart, *L'UE prend les frontières africaines pour les siennes*, GISTI, « Plein droit », 2017/3 n° 114.
- [30] Delphine Perrin, « La circulation des personnes au Maghreb », *CARIM Notes d'analyse et de synthèse*, 2008/46, p. 2.
- [31] Conseil exécutif de l'Union africaine, Décision EX.CL/Dec.987 (XXXII)
En ligne: https://au.int/sites/default/files/decisions/33909-ex_cl_decisions_986-1007_e.pdf.
- [32] J. Mangala, « L'Afrique ne disposait pas d'un cadre politique et d'une stratégie de migration cohérents sur la base desquels engager collectivement l'Europe », *Op cit*, p. 199.
- [33] Décision du Conseil de paix et de sécurité de l'UA, *PSC/PR/COMM.1 (DCLXI)*, Addis-Abeba, 23 février 2017.

Diseño de un cultivo vertical semi-automatizado para implementación en espacios cerrados y/o pequeños

[Design of a semi-automated vertical crop for implementation in enclosed spaces and/or small]

González Morales Sergio, Z. Reyes Martínez Sury, D. Rodríguez Torres Axel, E. Rodríguez Contla Manuel, and Castillo Quiroz Gregorio

Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior, Huauchinango, Puebla, Mexico

Copyright © 2021 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 cultivation systems have evolved since the implementation of greenhouses, giving way to vertical cultivation, this represents a solution for the production of both horticultural and ornamental plants in limited spaces, which means a better use of resources, we speak of economic as materials. The design of a system for semi-automated vertical cultivation is proposed using a control with the Arduino® development board, also implementing a rainwater harvesting system and taking advantage of solar energy. For the CAD design of the prototype, the SolidWorks® software commonly used for the design and analysis of 3D drawings is used, for the electronic part the control PCBs were developed in the Proteus® software, to ensure that the materials implemented in the system design are effective and adequate, the simulation of static charges on some materials of the system structure is presented, thus achieving an increase in the number of green areas for growing plants for self-consumption in areas where the climatic conditions are not entirely favorable or the space and time limit the optimal development of crops, obtaining low-cost plant food products that are also free of chemicals that are harmful to health.

KEYWORDS: Wall, vegetables, production, system, optimization.

RESUMEN: Los sistemas de cultivo han evolucionado desde la implementación de los invernaderos, dando paso al cultivo vertical, este representa una solución para la producción de plantas tanto hortícolas como ornamentales en espacios limitados, lo que significa un mejor aprovechamiento de recursos, hablamos de económicos como materiales. Se propone el diseño de un sistema para cultivo vertical semi-automatizado utilizando un control con la tarjeta de desarrollo Arduino®, implementando además un sistema de captación de agua pluvial y aprovechando la energía solar. Para el diseño CAD del prototipo se usa el software SolidWorks® comúnmente utilizado para el diseño y análisis de dibujos 3D, para la parte electrónica se desarrollaron las PCB de control en el software Proteus®, para asegurar que los materiales implementados en el diseño del sistema son efectivos y adecuados se presenta la simulación de cargas estáticas sobre algunos materiales de la estructura del sistema, logrando así el incremento en el número de áreas verdes para cultivo de plantas de autoconsumo en zonas donde las condiciones climáticas no son del todo favorables o el espacio y tiempo limitan el óptimo desarrollo de los cultivos, obteniendo productos alimenticios vegetales de bajo costo y además libres de químicos nocivos para la salud.

PALABRAS-CLAVE: pared, vegetales, producción, sistema, optimización.

1 INTRODUCCIÓN

Con respecto al estado actual del campo mexicano se han desarrollado proyectos tecnológicos para el uso adecuado de los recursos naturales. Algunas aportaciones tecnológicas como la implementación de invernaderos, permiten obtener alimentos naturales de forma óptima.

Tiempo después se implementaron los invernaderos automatizados, logrando una mayor producción por metro cuadrado. Por otro lado, estos presentan algunos inconvenientes, por ejemplo, el costo de los repuestos es relativamente alto, al igual que el costo de la energía eléctrica, además de un exceso de agua en los sistemas de riego [4].

El cultivo vertical, mejor conocido como hidroponía, permite cultivar plantas del tipo herbáceo en un medio libre de suelo con estructuras simples, aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos o invernaderos climatizados [6]. De esta forma surgen los Módulos para Huertas Urbanas Verticales (MHUV), donde se pueden cultivar alimentos libres de químicos, regados con agua potable y 100% orgánicos [3].

Según la secretaria del medio ambiente, las áreas verdes en las grandes ciudades de México son escasas, producto de la urbanización [7]. En Puebla, la dotación de áreas verdes es limitada, debido a la incapacidad del municipio para incidir en la planeación y ordenamiento de su propio territorio [11]. Y debido al estilo de vida un tanto limitado, la falta de tiempo y superficie, imposibilita a las personas de las grandes ciudades tener un área para cultivo de plantas.

Se propone el diseño de una estructura vertical destinada al cultivo de plantas; donde no será necesario tener una gran superficie. Consiste en diferentes niveles donde en cada uno habrá diferentes tipos de plantas. Un requisito para el cultivo apropiado de estas plantas es la medición y el control de las variables ambientales en los sitios de producción [2].

Se implementará un sistema de control con la tarjeta de desarrollo Arduino®, para controlar un sistema de riego mecanizado que asegura un control preciso en el uso del agua [5].

Tendrá un sistema de captación de agua pluvial, destinada al sistema de riego controlado electrónicamente, optimizando así los recursos naturales a base de los fenómenos climáticos [9].

Para alimentar los circuitos electrónicos se usa la tecnología fotovoltaica, ya que con ella se puede transformar directamente la luz solar en electricidad limpia y renovable [10].

De esta forma se pueden producir alimentos naturales en zonas urbanas y comunidades donde el cultivo resulte una tarea difícil, debido a las condiciones en las que se encuentren. Además de optimizar los recursos del sistema y la contribución con el medio ambiente.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

Para el diseño del prototipo se desarrolló la metodología indicada en la Fig. 1, basada en el desarrollo de productos descrito por Ulrich, quien describe el procedimiento para la adecuada definición de los conceptos y la posterior selección de la solución óptima entre todas las opciones [1]. Se debe analizar cada una de las etapas del proyecto para realmente responder a las necesidades planteadas [8].

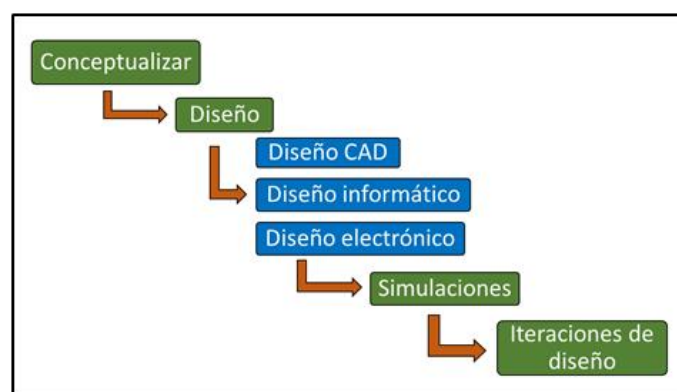


Fig. 1. Metodología propuesta

El diseño está dividido en tres partes: CAD consiste en el diseño de los elementos que componen al prototipo y sus sistemas mecánicos. Electrónico consiste el diseño de las PCB de control. El diseño informático consiste en la programación del funcionamiento general. Para comprobar que los sistemas cumplen con los objetivos propuestos se simuló el funcionamiento, y para detectar algún error relevante y realizar los ajustes necesarios al diseño.

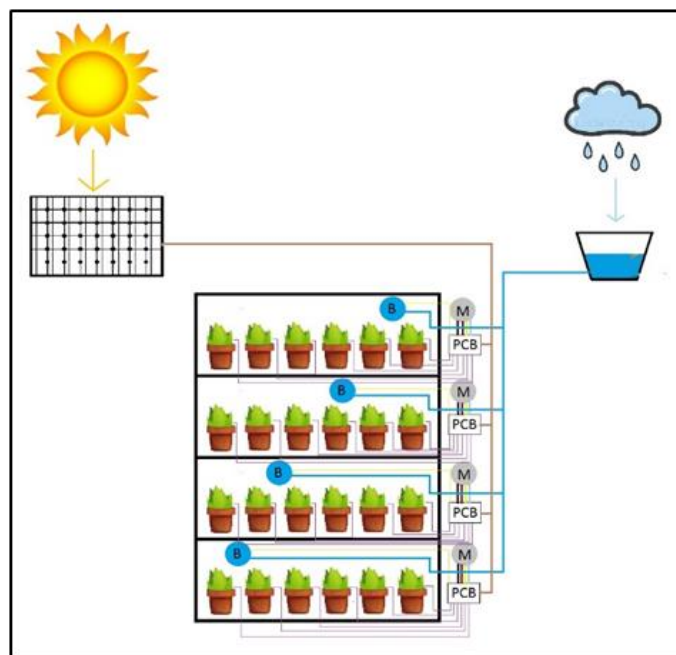


Fig. 2. Funcionamiento propuesto

El prototipo en la Fig. 2 consiste en una estructura vertical con 4 niveles donde se colocan macetas y plantas, que por medio de mecanismos desplaza una bomba de agua para Arduino® por todo el nivel, el control es por las PCB y un botón interruptor, el consumo eléctrico y el sistema de riego es abastecido por el captador de agua y el panel fotovoltaico colocados en una posición estratégica.

2.1 DISEÑO CAD

Para el diseño se empleó el software SolidWorks®. La Fig. 3 muestra el diseño de la estructura vertical que contempla los cuatro niveles requeridos.

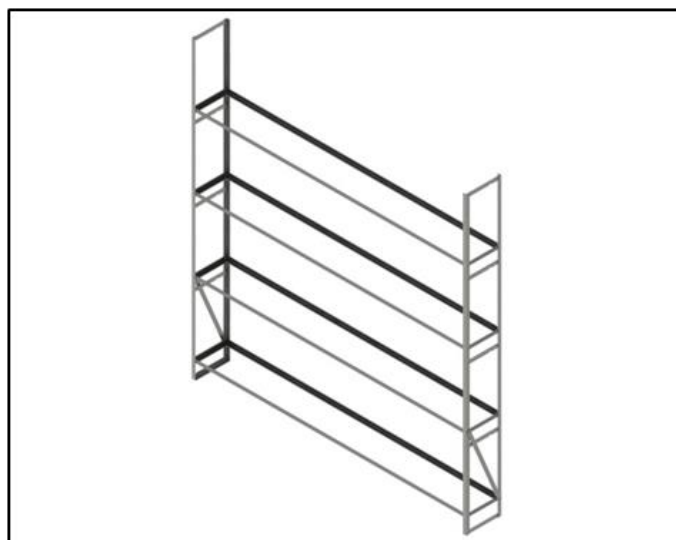


Fig. 3. Estructura general del prototipo

Está diseñada con ángulo en acero de $\frac{3}{4}$ de pulgada calibre 11, se usó un total de 4 piezas de 6 metros y 1 pieza de solera de acero de $\frac{3}{4}$, al final la estructura se fijó en todas sus uniones con tornillos de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

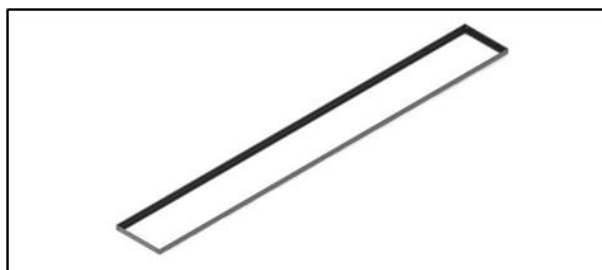


Fig. 4. *Estantes para macetas*

En los estantes de la fig. 4 se pueden colocar 8 macetas del número 8 en línea, se requiere un estante por nivel. Las barras verticales soportan toda la estructura, el tirante en la en los costados evita que la estructura tenga un movimiento angular. Los soportes en solera debajo de los estantes permiten colocar los rieles y las poleas donde se desplazará las bombas.

El diseño del sistema de riego se compone de 2 elementos para hidratar todas las plantas.

2.1.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN



Fig. 5. *Sistema de captación*

El sistema de la Fig. 5 contempla un contenedor de 100 litros. Para evitar el ingreso y bloqueo en el flujo del agua se colocaron 2 filtros, el primero es un cono de malla en acero inoxidable que evita el ingreso de hojas o rocas haciendo que estos caigan a los costados y para asegurar una mejor calidad de agua se coloca un filtro de agua.

2.1.2 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DE BOMBAS

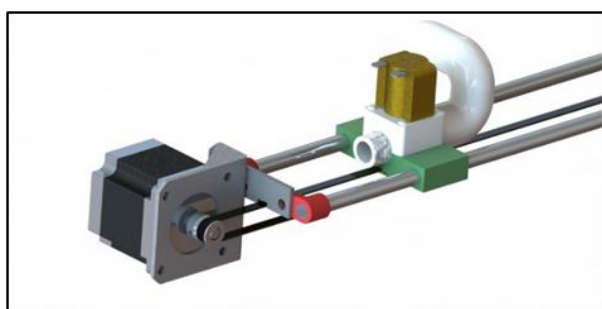


Fig. 6. *Sistema de posicionamiento*

Para desplazar la bomba se usa un riel de dos tubos en aluminio de 3/8, adheridos con un soporte diseñado en material de impresión PLA.

La Fig. 6 muestra el sistema que, por medio de un sistema de poleas con banda, a base de un motor Nema 17, permite desplazar la bomba por todo el nivel en el que se trabaje, es decir se requiere de un sistema de posicionamiento por cada nivel de la estructura.

2.2 DISEÑO ELECTRÓNICO

El control se concentra en 4 tarjetas PCB, una por nivel donde cada una puede operar en respuesta de las lecturas en los sensores, de esta manera se puede obtener un funcionamiento autónomo en el sistema de riego de las plantas a base de circuitos electrónicos. Estas tarjetas se diseñaron en el software de Proteus®.

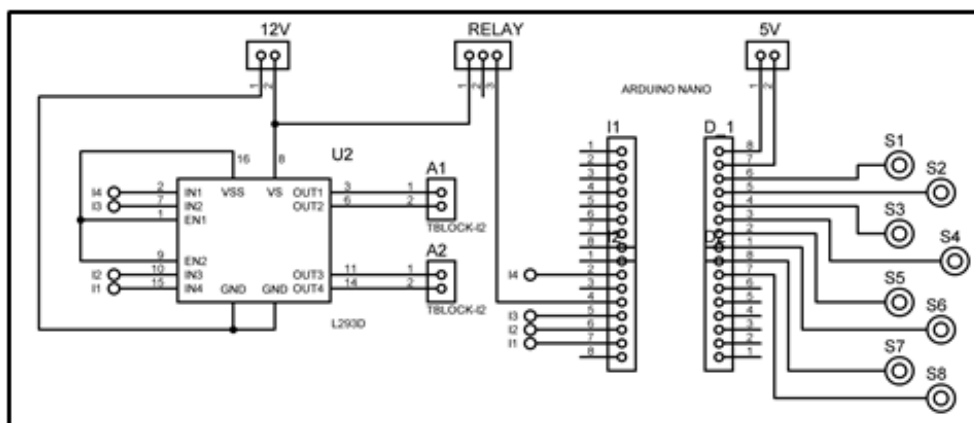


Fig. 7. Control de motores y sensores

En la Fig. 7 se muestra un control de motores con un sistema de puente H con el circuito integrado L293D, manipulado con la tarjeta de desarrollo Arduino®. El control es regido por las lecturas de los sensores de humedad colocados en cada maseta, aquí también se encuentra el control de apertura en las bombas por medio de un relay.

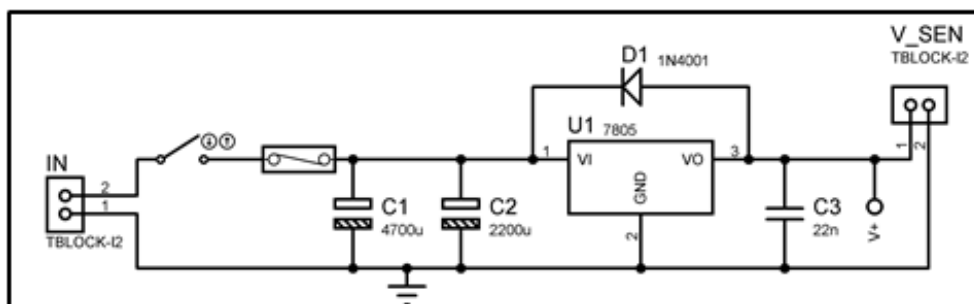


Fig. 8. Fuentes alimentación

Los circuitos son alimentados con la fuente de voltaje en la Fig. 8. Esta fuente mantiene alimentados todos los sensores del sistema y cada una de las tarjetas de desarrollo. SU función es regular los 12 voltios del panel solar, ya que los sensores y la tarjeta Arduino® operan con 5 voltios.

2.3 DISEÑO INFORMÁTICO

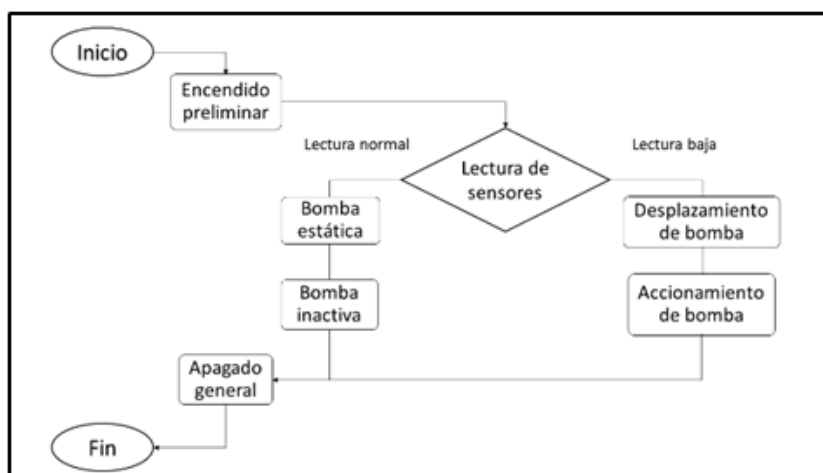


Fig. 9. Diagrama de flujo

En funcionamiento en la Fig. 9 consiste en un encendido preliminar donde los motores que desplazan la bomba se ajustan a sus posiciones iniciales, y esperan instrucciones. El proceso de riego se rige por las lecturas de los sensores, si estas son bajas, los motores desplazan la bomba hasta posicionarla sobre la planta en cuestión posterior a esto se activa el relay lo que apertura la bomba permitiendo el flujo de agua, si estas lecturas son normales el sistema permanece inactivo, pasando a un apagado general.

3 RESULTADOS

El prototipo en la Fig. 10 es un sistema de cultivo vertical basado en un sistema de hidroponía, donde por medio del sistema de captación que suministra agua limpia al sistema de riego y el sistema de energía fotovoltaico que alimenta los circuitos electrónicos para el sistema de posicionamiento de bombas, se pueden cultivar 32 plantas de vegetales. Esta estructura posee dimensiones de 1.5 metros de largo 0.2 de ancho y 1.3 de altura. En un determinado lapso de tiempo se requiere supervisión debido a que no se contempla un sistema de fertilizante, por lo que se deben fertilizar las plantas de manera directa.

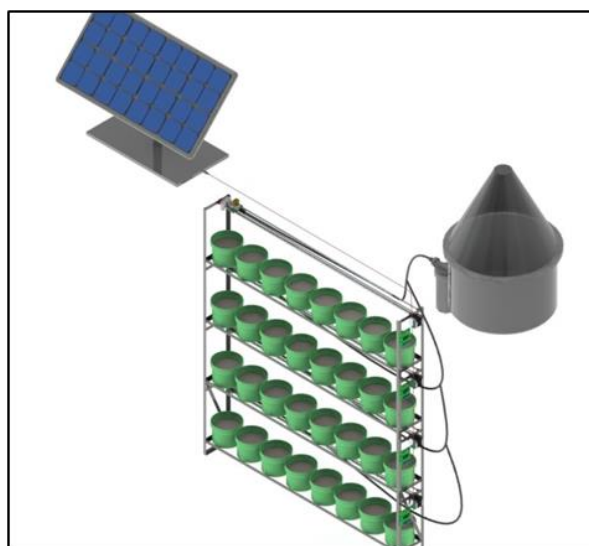


Fig. 10. Prototipo final

Las plantas que se recomiendan para cultivar son: acelgas, betabel, champiñones, cilantro, espinacas, lechuga, rábano, repollo, tomates o zanahorias; se consideran estos vegetales debido a que son fáciles de plantar, el espacio en las macetas es el adecuado además de que la luz del día no es indispensable para su crecimiento, por lo que se pueden cultivar bajo la sombra,

todo esto sin mencionar los múltiples nutrientes que aportan, y según a la revista Medical News Today son alimentos que mejoran la salud en el organismo, previniendo enfermedades crónicas.

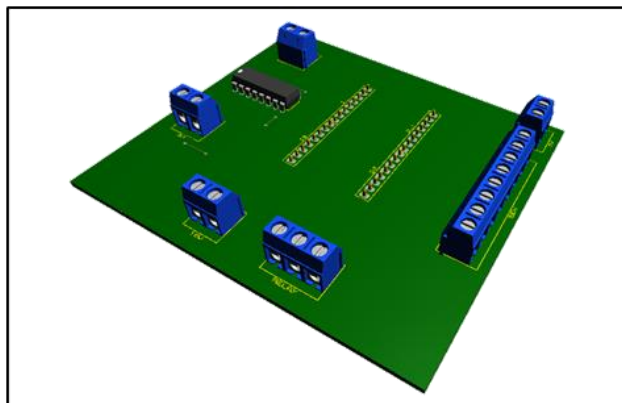


Fig. 11. PCB de control

La Fig. 11 muestra la PCB para el control de cada nivel de la estructura, donde el Arduino nano se encargará de evaluar las lecturas en los sensores de cada maceta, para manipular el sistema de puente H en los motores que posicionan las bombas de agua electrónicas e indicar el accionamiento de estas.

Para asegurar el funcionamiento del sistema de riego se simuló el sistema de desplazamiento para las bombas de agua en SolidWorks donde también se simularon las cargas que soportara la estructura de esta manera se puede ofrecer una mejor efectividad para su implementación.

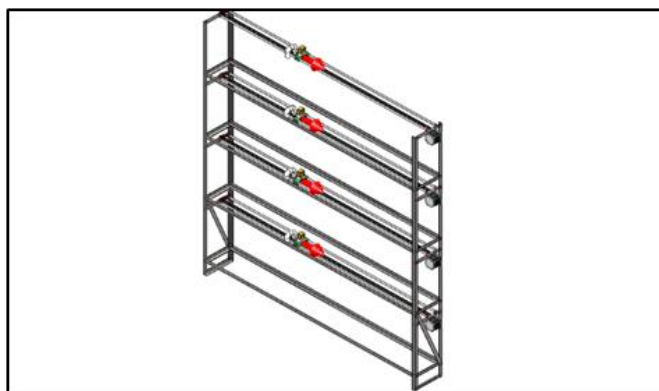


Fig. 12. Simulaciones del posicionamiento de bombas

En las simulaciones de la Fig. 12 se observó que el sistema de poleas con el motor Nema 17 permite desplazar las bombas sobre su riel sin que algún objeto obstaculice su trayecto hasta llegar a la maceta con la planta que necesita hidratación.

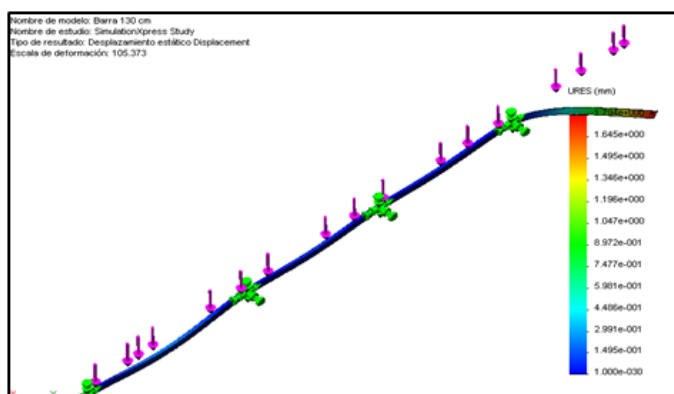


Fig. 13. Simulaciones de cargas

En la Fig. 13 se muestran las simulaciones de carga para asegurar la resistencia en los materiales. Se observa que la deformación más notable en la barra de soporte vertical se obtiene cuando se aplica una carga de 2000 Newton por centímetro cuadrado, sin embargo, el peso máximo que podría estar cargando es de 1000 Newton distribuidos en 4 soportes.

Estas simulaciones se desarrollaron no solo para comprobar su funcionalidad, sino también para resaltar el beneficio obtenido a partir de la implementación de este sistema, concentrando este análisis en la de costo beneficio.

Tabla 1. Costo beneficio del prototipo

Concepto	Costo	Beneficio	Total
Implementación del control electrónico con energía fotovoltaica	\$1,900.00	7% de ahorro en comparación con la alimentación de la red de energía pública.	\$114.19
Uso del sistema de captación de agua	\$600.00	Disminución de un 6% en el costo por el uso de la red pública.	\$38.00
Implementación del sistema de posicionamiento de bombas	\$3,512.00	Optimización de un 30% del costo en el número de bombas de riego usadas por metro cuadrado en los sistemas convencionales	\$1,032.00
Uso de estructuras en acero de bajo carbono	\$773.38	Reducción de un 25% en comparación con los sistemas contruidos a partir de materiales de aluminio.	\$190.00
Costo del prototipo	\$6,785.38	Beneficio obtenido	\$1,374.19

Estos valores se estimaron en un periodo de 2 meses en comparación de sistemas comerciales como el Hydro Environment NTF V.6, el cual usa materiales con aleaciones en aluminio, que en cierto momento pueden deformarse, en este sistema solo se pueden producir 20 plantas y requiere de conexión a la red de energía publica además de que depende de la toma de agua para su sistema de riego. Sin mencionar que su precio y dimensiones son ligeramente superiores en comparación al prototipo diseñado.

4 CONCLUSIONES

Se diseñó una estructura dotada de sistemas mecánicos para cultivar plantas hortícolas u ornamentales en un entorno limitado. El sistema de riego solo requiere de una bomba por nivel, aunque no se requiere de la toma publica de agua para hidratar las plantas, ni se requiere de conexión a la red pública de energía eléctrica. El análisis mecánico demostró que la estructura puede soportar su peso estimado en 93 kilogramos incluyendo las plantas y la tierra de estas. De esta manera se contribuye con una solución viable para la producción económica de alimentos naturales 100% saludables en zonas donde las condiciones del espacio o de la tierra no son aptas para el cultivo de las mismas, contribuyendo también con la expansión de áreas naturales en poblaciones urbanizadas para mejorar la calidad ambiental.

REFERENCIAS

- [1] K. T. Ulrich, S. D. Eping, R. V. Madrigal Álvarez. (2004). Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario. México. McGraw-Hill.
- [2] Marco V. Gutiérrez, Kenneth Jiménez. (31 de Octubre 2006). Crecimiento de nueve especies de palmas ornamentales cultivadas bajo un gradiente de sombra. *Agronomía Costarricense*, 31, 9-19.
- [3] Fritz Hammerling Navas Navarro; Luz Mila Peña Torres. (Diciembre 2012). Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los Módulos para Huertas Urbanas Verticales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3, 73-84.
- [4] Néstor O. Méndez Clará. (27 de Febrero 2015). Invernaderos automatizados para el desarrollo de la agricultura familiar en el Marco de la Seguridad Alimentaria. *Revista Tecnológica*, 6, 11-16.
- [5] Humberto Cabrera G. Segovia Fuentes J. (30 de abril 2015). Prototipo de control de riego tenificado aplicando la tecnología arduino. *ALTOANDIN*, 17, 95-102.
- [6] José Beltrano; Daniel O. Gimenez. (2015). Cultivo en hidroponía. Argentina: Universidad de la plata.
- [7] Subsecretaría de Recursos Naturales. (2015). Red de Parques y Bosques Urbanos. 6 de octubre 2020, de Secretaría de Medio Ambiente Sitio web: <https://www.sema.gob.mx/SRNCON-REDPARQUES-INDEX.html>.
- [8] J. A. G. Ramírez (2016) Una metodología para la creación de personajes desde el diseño de concepto. *Iconofacto*, 12 (18), 96-117.
- [9] Calli, M. C., Coaquira, E. V., & Calsín, J. J. E. (2016). Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno-Perú. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 18 (3), 365-373.
- [10] Johnny Jara Ramos Jhon Smith Ramos Carbajal (2018) Diseño y construcción de un prototipo automatizado de un sistema de bombeo de agua para riego, pecuario y consumo humano utilizando energía fotovoltaica (tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Perú.
- [11] Emma Regina Morales; García de Alba. (2 de Mayo 2019). Planeación urbana municipal, áreas verdes y propiedad privada en Puebla, México. *CUADERNOS DE VIVIENDA Y URBANISMO*, 2, 252-276.

Modification of EDMONDS-KARP Algorithm for Solving Maximum Flow Problem

Dilruba Akter¹, Md. Sharif Uddin², and Faria Ahmed Shami³

¹Department of Applied Mathematics, Gono Bishwabidyalay, Savar, Dhaka, Bangladesh

²Department of Mathematics, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka, Bangladesh

³Department of Mathematics, Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Science and Technology University, Gopalganj, Bangladesh

Copyright © 2021 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: Edmonds-Karp algorithm is an implementation of the Ford-Fulkerson method for computing the maximum flow in a flow network in much more optimized approach. Edmonds-Karp is identical to Ford-Fulkerson except for one very important trait that is the search order of augmenting paths is well defined. This paper presents some modifications of Edmonds-Karp algorithm for solving maximum flow problem (MFP). Solution of MFP has also been illustrated by using the proposed algorithm to discuss the functionality of proposed method.

KEYWORDS: Maximum Flow Problem, Breadth First Search, Augmenting Path, Residual Network, Edmonds-Karp algorithm.

1 INTRODUCTION

Maximum flow problems involve finding a feasible maximum flow through a single-source, single-sink flow network. Where each edge is labeled with capacity (the maximum amount of stuff that it can carry). The goal is to figure out how much stuff can be pushed from the vertex s (source) to the vertex t (sink). Maximum flow problem has got a vast application in the field of Mathematics, Computer Science, Engineering sector, Management and Operations Research. At first the effective solution procedure to obtain the maximum flow in a flow network was introduced by Lester R. Ford and Delbert R. Fulkerson [1], [2] in 1955 which is the well-known Ford-Fulkerson algorithm. Later, the improvement of the Ford-Fulkerson method (FFM), "Edmonds-Karp algorithm" [3]; which observed that augmenting along shortest paths leads to a polynomial-time algorithm and performs better than the FFM. Again extensive discussion, further improvement and effectiveness of the solution procedure of MFP are studied by a good number of researchers [1], [2], [4] - [14]. Very recently, Mallick J.B [12] and Ahmed, F. et al [14]. and Khan] also proposed new approaches for finding maximum flow problem. In this paper, a modified Edmonds-Karp algorithm is proposed to compute maximum amount of flow from source to sink for a MFP. Numerical illustration of the proposed algorithm is also done by solving a good number of examples to test the effectiveness and usefulness of the proposed algorithm.

2 BASIC IDEA

Some of the basic definitions related to maximum flow problems are given below with an aim to make easy the readers with the article.

2.1 CAPACITY CONSTRAINT

The flow $f(u, v)$ through an edge cannot be negative and cannot exceed the capacity of the edge $c(u, v) > 0$; $f(u, v) \leq c(u, v)$. If an edge (u, v) doesn't exist in the network, then $c(u, v) = 0$.

2.2 FLOW CONSERVATION

Aside from the source vertex s and sink vertex t , each vertex u belongs to V must satisfy the property that the sum of $f(u, v)$ for all edges (u, v) in E (the flow into u) must equal the sum of $f(u, w)$ for all edges (u, w) belongs to E (the flow out of u).

This property ensures that flow is neither produced nor consumed in the network, except at s and t .

2.3 SKEW SYMMETRY

For consistency, the quantity $f(v, u)$ represents the net flow from vertex u to v . This means that it must be the case that $f(u, v) = -f(v, u)$; this holds even if both edges (u, v) and (v, u) exist in a directed graph.

2.4 RESIDUAL NETWORK

Intuitively, given a flow network and a flow, the residual network consists of edges that can admit more flow. More formally, let $G = (V, E)$ a flow network with source s and sink t . Let f be a flow in G , and consider a pair of vertices $u, v \in V$. The amount of additional flow which can be pushed from u to v before exceeding the capacity $c(u, v)$ is the residual capacity of (u, v) , given by $c_f(u, v) = c(u, v) - f(u, v)$.

2.5 AUGMENTING PATH

Augmenting paths are simply any path from the source to the sink that can currently take more flow. Over the course of the algorithm, flow is monotonically increased. So, there are times when a path from the source to the sink can take on more flow, and that is an augmenting path. This can be found by a breadth-first search, as we let edges have unit length.

3 PROPOSED ALGORITHM

Here the proposed algorithm is a modified version of Ford-Fulkerson algorithm depending on three important ideas: residual networks, augmenting paths, and cuts. The steps of this algorithm are summarized below. The basic steps of this algorithm are explained below.

MODIFIED EDMONDS-KARP (G, S, T) ALGORITHM:

Step1 : First initialize the flow f to '0' for each edge $(u, v) \in E[G]$
Step 2 : do $[f(u, v) \leftarrow 0 \text{ [i.e } f(u, v) = 0]$
Step 3 : $f(v, u) \leftarrow 0$ [i.e $f(v, u) = 0]$
Step 4: $C \leftarrow \max_{(u, v) \in E} c(u, v)$
Step 5: $I \leftarrow \text{floor}(\log_2 C) + 1$
Step 6: while $I \geq 1$
Step 7: do while there exists an augmenting path p from s to t in the residual network G_f of capacity at least I
Step 8 : do $c_f(p) \leftarrow \min \{c_f(u, v) : (u, v) \text{ is in } p\}$
Step 9 : for each edge (u, v) in p
Step 10 : do $f[u, v] \leftarrow f[u, v] + c_f(p)$
Step 11 : $f[u, v] \leftarrow -f[v, u]$
Step 12: $I_1 = \frac{I}{2}$
Step 13: return f .

4 MATHEMATICAL ILLUSTRATION

Two numerical examples have been solved for finding the maximum value of a MFP by using proposed algorithm which is given below.

4.1 EXAMPLE-1

Suppose one parking system is there in Jahangirnagar University Campus to supply proper parking of vehicles in the Campus. The road between any two places has a stated capacity in number of vehicles per day, given as a maximum flow at which trips can be made through the road between those two stations. Now, suppose we want to route the trips from the entrance of the campus, Suppose A to the station, say I and vehicles trips through 7 other station before reaching from source to sink. Suppose these 7 areas are B, C, D, E, F, G, H and road between any two stations has defined capacity. So, the problem is to find how to route various trips to maximum the number of trips that can be made per day from A to I without violating the limits.

Table 1. Defined capacities of each road between two stations

Source Area	Destination Area	Capacity (gallons/hour)	Source Area	Destination Area	Capacity (gallons/hour)
A	B	34	D	G	22
A	C	20	D	H	18
A	E	35	E	D	35
B	D	20	E	F	15
B	E	8	F	H	35
C	E	8	G	I	48
C	F	15	H	G	20
D	F	10	H	I	30

Calculate the maximum amount of water which can flow from A to I.

SOLUTION:

Now the problem discussed in the Example 1 is converted into directed graph by representing stations as vertices of the graph and road between any two areas as edges of the graph. The capacity of the road in number per hour is represented as capacity of an edge in units between vertices.

Now, following correspondence between areas and vertices is used to create the graph.

Table 2. Correspondence between stations and vertices

Stations	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Vertex	s	1	2	3	4	5	6	7	t

The initial graph corresponding to Table 1 and Table 2 is as follows.

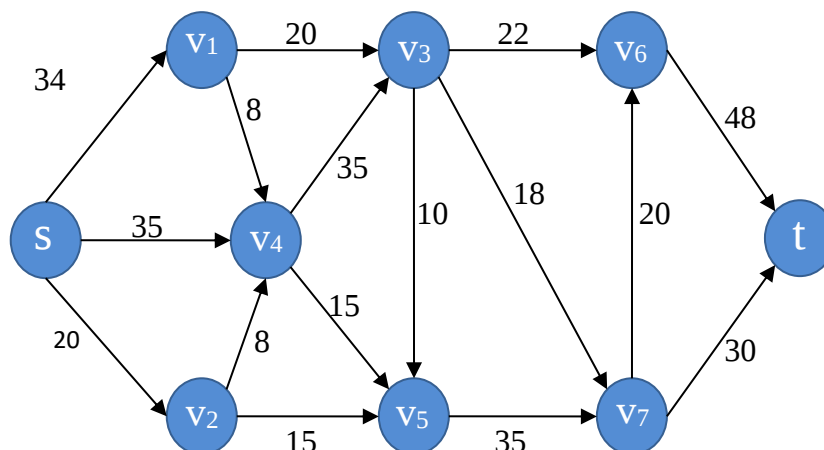


Fig. 1. The initial flow network corresponding to the problem

Now we use the modified Edmonds-Karp Method to compute a maximum flow in G .

According to the Figure 1, the maximum capacity is 48. So, the value of the variable C in the above algorithm will be 48.

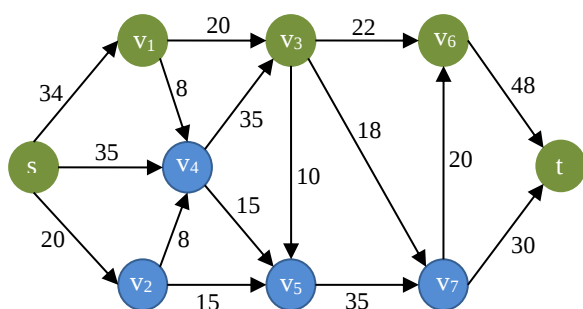
So,

$$\text{floor}(\log_2 48) + 1 = 6$$

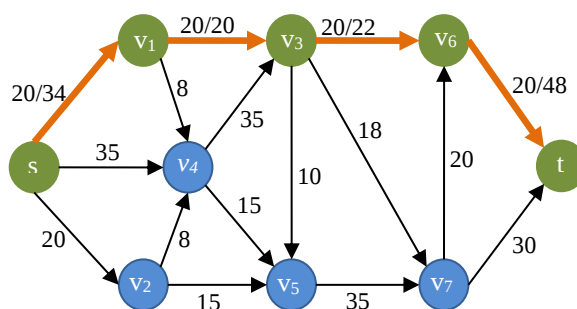
which will be value of the variable I in the 1st iteration according to the algorithm.

1st ITERATION: $I = 6$

- So, the augmenting path with capacity at least 6 will be searched by the Breadth First Search procedure in the residual graph which is given below in corresponding to the initial graph.
- The augmenting path will be searched till path with capacity at least 6 is found in the graph.



Residual Graph before any augmentation



Flow graph after 1st augmentation

Fig. 2. Residual Graph before any augmentation and flow graph after 1st augmentation

Now, in the consecutive figures, the left side figure shows the residual graph and the right side figure shows the corresponding flow in the graph.

Whenever the augmenting path is to be found in the graph, if there are more than 1 path satisfying the capacity criteria, then the path is determined by BFS procedure on the basis of sequential ordering of the vertices and corresponding edges which have as input.

1ST AUGMENTATION

- So, the augmenting path found in 1st iteration is $s - v_1 - v_3 - v_6 - t$ with capacity 20.
- So, the initial flow is augmented by 20 units and the flow in the graph is shown in the above right side figure 2 giving maximum flow value $f=20$.
- The residual graph after 1st augmentation is shown below in

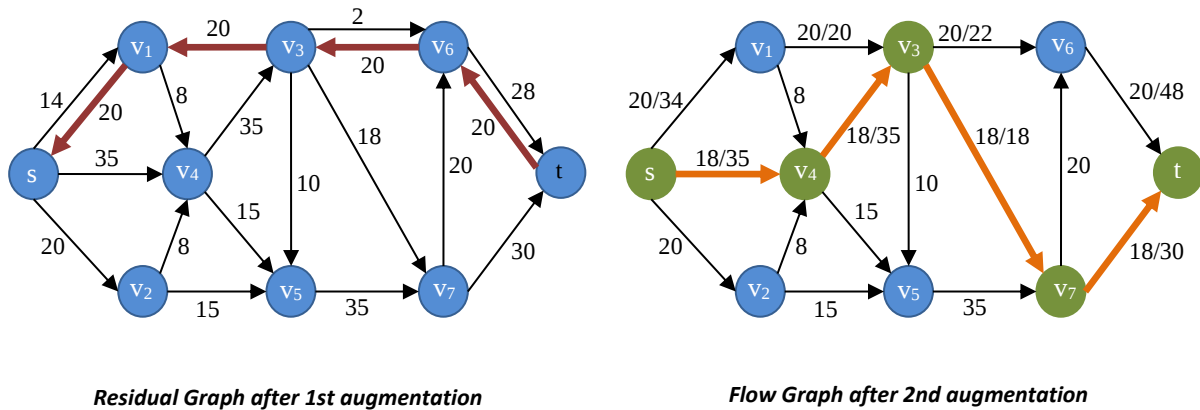


Fig. 3. Residual Graph after 1st augmentation and flow graph after 2nd augmentation

2ND AUGMENTATION

- Now, again there is a path with capacity at least 6 and the path found in the same 2nd iteration is $s - v_4 - v_3 - v_7 - t$ with capacity 18.
- So, the maximum flow is augmented by 18 units and the flow in the graph is shown in the above figure 3 giving maximum flow value $f= 20 + 18 = 38$.
- Now, there is no path with capacity at least 18.

Same procedure will be followed until variable ϵ becomes < 6

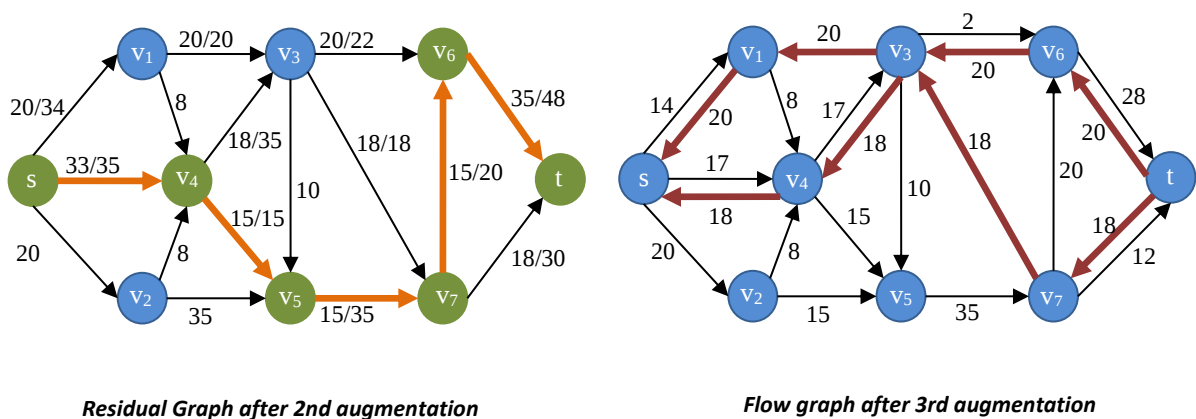


Fig. 4. Residual Graph after 2nd augmentation and flow graph after 3rd augmentation

3RD AUGMENTATION

- Now, again there is a path with capacity at least 6 and the path found in the same 2nd iteration is $s - v_4 - v_5 - v_7 - v_6 - t$ with capacity 15.
- So, the maximum flow is augmented by 15 units and the flow in the graph is shown in the above figure 4 giving maximum flow value $f = 38 + 15 = 53$.
- Now, there is no path with capacity at least 15.

4TH AUGMENTATION

- Now, again there is a path with capacity at least 6 and the path found in the same 2nd iteration is $s - v_2 - v_5 - v_7 - t$ with capacity 12.
- So, the maximum flow is augmented by 12 units and the flow in the graph is shown in the following figure 5 giving maximum flow value $f = 53 + 12 = 65$.
- Now, there is no path with capacity at least 6

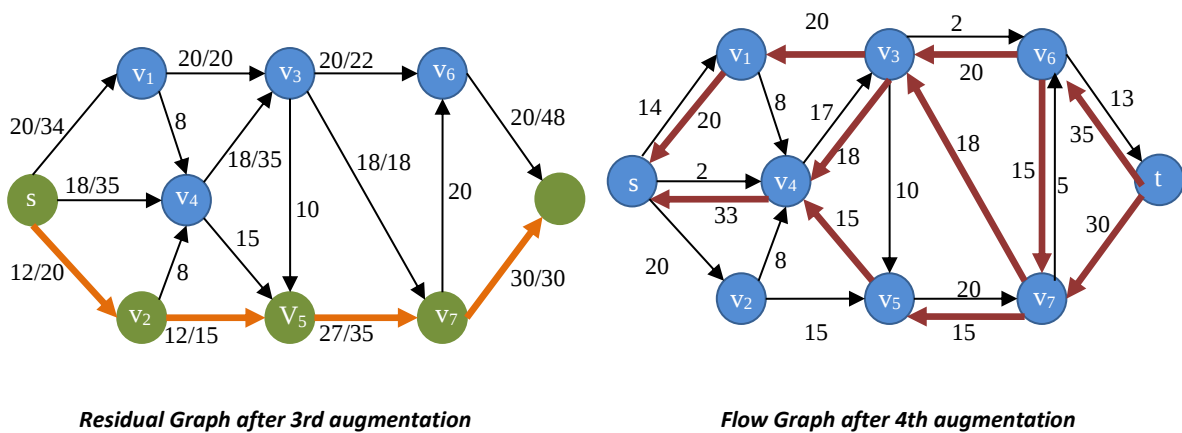


Fig. 5. Residual Graph after 3rd augmentation and flow graph after 4th augmentation

2ND ITERATION: $I = \text{FLOOR} \frac{I}{I} = \frac{6}{6} = 1$

So, now the augmenting path with capacity at least 1 will be searched in the residual graph which is given below in figure 6 corresponding to the initial graph.

5TH AUGMENTATION

- So, the augmenting path found in 3rd iteration is $s - v_1 - v_4 - v_3 - v_5 - v_7 - v_6 - t$ with capacity 5.
- So, the initial flow is augmented by 5 units and the flow in the graph is shown below in the right side of the figure 6.
- giving maximum flow value $f = 65 + 5 = 70$.
- The residual graph after 4th augmentation is shown below in Figure 6

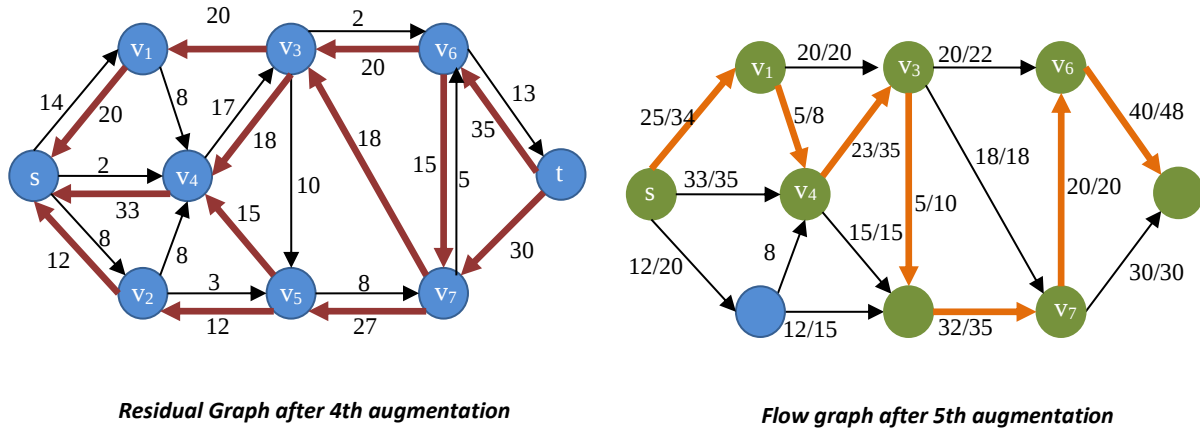


Fig. 6. Residual Graph after 4th augmentation and flow graph after 5th augmentation

6TH AUGMENTATION

- Now, again there is a path with capacity at least 1 and the path found in the same 2nd iteration is $s - v_4 - v_3 - v_6 - t$ with capacity 2.
- So, the initial flow is augmented by 2 units and the flow in the graph is shown below in the right side figure 7 giving maximum flow value $f=70+2=72$.

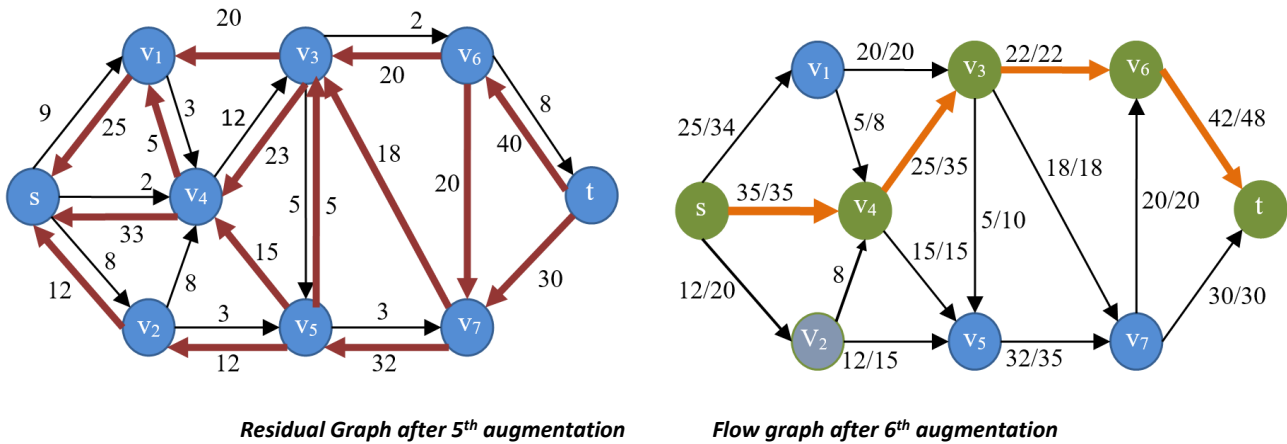


Fig. 7. Residual Graph after 5th augmentation and flow graph after 6th augmentation

The residual graph after 6th augmentation is shown below:

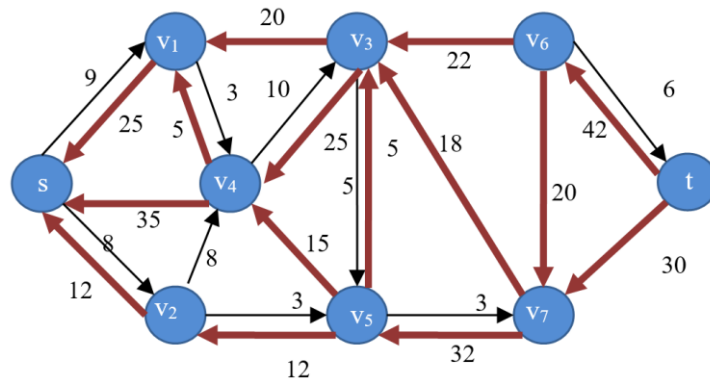


Fig. 8. Resulting Residual Network

Now, there is no augmenting path with respect to above residual graph.

So, the maximum flow value $f = 72$.

4.2 EXAMPLE-2

Suppose one pipeline system is there in any certain area to supply water in different dwellers of any areas. The pipeline between any two dwellers has a stated capacity in per unit per hour, given as a maximum flow at which water can flow through the pipe between those two dwellers. Now, suppose we want to supply water from the source area, suppose A to the sink area, say F and water passes through 4 other areas before reaching from source to sink. Suppose these 4 areas are B, C, D, E and pipeline between any two areas has defined capacity. So, the problem is to calculate the maximum amount of gas which can flow from A to F.

Table 3. Defined capacities of each pipeline between two areas

Production Plant (Source Area)	Distribution Spot (Destination Area)	Capacity (unit / hour)
A	B	10
A	C	10
B	C	2
B	D	4
B	E	8
C	E	9
D	F	10
E	D	6
E	F	10

Calculate the maximum amount of water which can flow from A to F.

SOLUTION:

Now the problem discussed in the Example 2 is converted into directed graph by representing areas as vertices of the graph and pipelines between any two areas as edges of the graph. The capacity of the pipeline in unit per hour is represented as capacity of an edge in units between vertices.

Now, following correspondence between areas and vertices is used to create the graph.

Table 4. Correspondence between areas and vertices

Area	A	B	C	D	E	F
Vertex	s	1	2	3	4	t

So, the initial graph corresponding to and is shown in

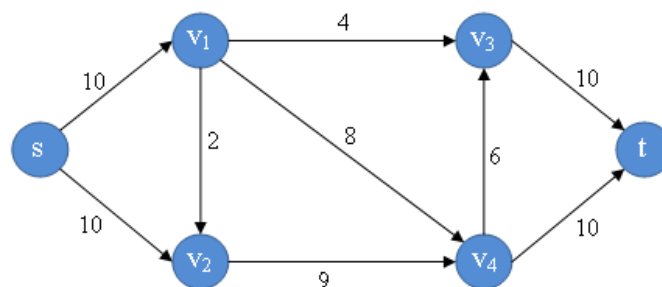


Fig. 9. The initial flow network corresponding to the problem

Solving the above example using proposed algorithm, the maximum flow value $f = 19$.

5 RESULT AND DISCUSSION

shows a comparison of no. of iteration and no. of augmentation required to obtain the maximum flow by using various existing methods and this mentioned proposed Modified Edmonds-Karp algorithm by means of the above two sample examples and it is seen that our proposed algorithm requires less number of iterations and augmentation paths to reach the maximum flow.

Table 5. Comparison of the result obtained by different methods

Example	Method	Number of Iteration	Number of Augmentation
1	Edmonds-Karp	7	7
	Modified Edmonds-Karp (proposed)	2	6
2	Edmonds-Karp	5	5
	Modified Edmonds-Karp (proposed)	1	3

6 CONCLUSION

In this paper, Edmonds-Karp algorithm is being modified to compute maximum amount of flow from source to sink in a flow network. Two real life problem of maximum flow problems is solved by using mentioned proposed algorithm, Ford-Fulkerson algorithm, Edmonds-Karp algorithm, Faruque Ahmed et al.'s algorithm, Mallick et al.'s algorithm and to test the efficiency of the proposed algorithm. During this process, it is observed that, this proposed algorithm performs better than other mentioned algorithm and this method can be used to solve any type of maximum flow problems.

REFERENCES

- [1] Ford Jr., L.R. and Fulkerson D.R.: Flows in Networks, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1962.
- [2] Ford, Jr. L.R. and Fulkerson D.R., "Maximal Flow through a Network.", Canadian Journal of Mathematics, " vol.8, pp. 399-404, 1956.
- [3] Edmonds, J. and Karp, R.M., "Theoretical Improvements in Algorithmic Efficiency for Network Flow Problems.", Journal of the Association for Computing Machinery, vol.19, pp. 248-264, 1972.
- [4] Goldberg, A.V., Tardos, E. and Tarjan, R.E., "Network Flow Algorithms. In: Korte, B., Lovasz, L., Promel, H.J. and Schriver, A., Eds., Paths, Flows, and VLSI-Layout, vol. 9, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 101-164, 1990.
- [5] Goldberg, A.V. and Tarjan, R.E., "A New Approach to the Maximum-Flow Problem". Journal of the Association for Computing Machinery, vol.35, pp. 921-940, 1988.
- [6] Goldberg, E. and Rao, S., "Beyond the Flow Decomposition Barrier.", Journal of the ACM, vol.45, pp. 783-797, 1998.
- [7] Cherkasky, B.V., "An Algorithm for Constructing Maximal Flows in Networks with Complexity of Operations.", Mathematical Methods of Solution of Economical Problems, vol.7, pp. 117-125. (In Russian) (1977).
- [8] Jain, C. and Garg, D., "Improved Edmond Karp's Algorithm for Network Flow Problem.", International Journal of Computer Applications, vol.37, pp. 48-53, 2012.
- [9] Dinic, E.A., "Algorithm for Solution of a Problem of Maximum Flow in a Network with Power Estimation", Soviet Math Doklady, vol.11, pp. 1277-1280.
- [10] Goldfarb, D. and Jin, Z.Y., "A Faster Combinatorial Algorithm for the Generalized Circulation Problem.", Mathematics of Operations Research, vol.21, pp. 529-539, 1996.
- [11] Hamdy, A.T., Operations Research: An Introduction, 8th Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 2007.
- [12] Mallick, J.B., "An Efficient Network Flow Approach: On Development of New Idea & A Modification of EDMONDS-KARP Algorithm." M. Phil. Thesis, Department of Mathematics, Jahangirnagar University. 2014.
- [13] Galil, Z. and Naamad, A., "An Algorithm for the Maximal Flow Problem.", Journal of Computer and System Sciences, vol.21, pp.203-217, 1980.
- [14] Ahmed, F., Khan, Md.A., Khan, A.R., Ahmed, S.S. and Uddin, "An Efficient Algorithm for Finding Maximum Flow in a Network-Flow.", Journal of Physical Sciences, vol.19, pp. 41-50, 2014.

Opérationnalisation des objectifs d'apprentissage en culture générale et leur adéquation avec les questions d'évaluation chez les enseignants des écoles officielles de Goma (RD Congo)

[Operationalization of learning objectives in general culture and their adequacy with evaluation questions among teachers in official schools in Goma (DR Congo)]

Eliya Safari Jordan¹, Kayumba Mugoyi Osée², Enock Katundi Tonny¹, Butaera Kilongoshi Destin¹, Amuri Zihindula Moses¹, and Hekima Munyagasozi Salomon¹

¹Assistants de premier mandat, Université de Goma, RD Congo

²Chef de Travaux, Université de Goma, RD Congo

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present article is an attempt to scientific inspection of the dealing of learning objectives for the teachers of general (global) knowledge in non-convention schools in Goma town. But also, the study goes beyond to answer the following question: objectives made by these teachers, are they in adequate with questions they put to pupils by the end of educational action ?

KEYWORDS: Dealing, objective, evaluation.

RESUME: Cet article n'est qu'un essai de vérification scientifique d'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage chez les enseignants de culture générale des écoles non conventionnées de la ville de Goma. Mais aussi, l'étude va au-delà pour répondre à la question suivante: les objectifs formulés par ces enseignants sont-ils en adéquation avec les questions qu'ils proposent aux élèves à la fin de l'action éducative ?

MOTS-CLEFS: Opérationnalisation, objectif, évaluation.

1 INTRODUCTION

La pratique enseignante de l'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage n'est pas une notion récente. Elle a fait l'objet de nombreuses études qui ont été analysées globalement par divers auteurs. Nous citons entre autres: Mager (2001), Laurier et al. (2005), Hameline (1990), Viviane et Gilbert De Landsheere (1980), Krathwohl et ses collaborateurs (1976), et De Corte, Curligs, Lagerweij et Peters (1976), etc. De tous ces auteurs, certains retiennent trois niveaux de généralité à l'instar de Mager qui nous a plus inspiré pour la réalisation de cet article.

Dans un passé récent trois études portant successivement sur la théorie de la triple cohérence de Scriven (Kayumba, 2008), l'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage (Kayumba, 2016); l'alignement pédagogique chez les maîtres des écoles primaires de Goma (2019), ont été réalisés en République Démocratique du Congo dans ce domaine des pratiques enseignantes. Toutes ces études reconnaissent différents niveaux d'objectifs pédagogiques et les difficultés de leur opérationnalisation rencontrée par les maîtres d'écoles.

Ces trois dernières études ayant mis l'accent sur l'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage en mathématique et en français chez les enseignants des écoles primaires de la ville de Goma, nous, nous avons voulu aborder ce thème, dans le cadre de cet article, au niveau des écoles secondaires non conventionnées de Goma.

Cela étant, il va falloir affirmer que dans toute formation et plus particulièrement dans la formation pédagogique, aucune activité ne peut se prononcer sans savoir où l'on va. Organiser des activités d'apprentissage dans une période ou dans une autre ne suffit pas, mais formuler en terme très concrets et plus précis les objectifs à atteindre pour chaque activité est une tâche d'une grande importance dans cette formation.

Pour se faire, Mager (2005, p. viii) soutient que lorsque vous ne savez pas au juste où vous allez, votre voyage a des chances de mal se terminer avant même que vous ayez pu vous en apercevoir. Avant d'établir le programme d'enseignement, avant de déterminer la méthode ou le matériel à utiliser, il est important de pouvoir exprimer clairement le but que vous voulez atteindre. L'auteur ajoute en disant que l'enseignement n'est efficace que dans la mesure où il atteint un objectif primordial: « il doit faire évoluer l'apprenant dans le sens souhaité ». S'il n'y parvient pas, c'est qu'il est stérile et improductif.

En effet, la formation sera d'autant plus efficace, si elle est définie correctement et on dit ce que l'on entend exactement que l'apprenant fasse à l'issue de la formation, en précisant le temps et les conditions du travail. Mais, lorsque les objectifs ne sont pas clairement définis, il sera impossible d'évaluer avec efficacité la valeur de la formation.

Les objectifs sont devenus un outil indispensable pour le concepteur. Une des premières étapes du développement pédagogique consiste à se demander quel est le but de l'apprentissage, quelle habileté, compétence ou comportement vise-t-on à développer chez l'élève ou encore quelle activité cognitive désire-t-on stimuler.

De ce fait, l'approche par objectif a le mérite de se centrer sur l'apprentissage plutôt que sur l'enseignement. Elle oriente le processus de formation sur l'apprenant. Elle utilise les ressources des théories de l'apprentissage pour modifier son comportement et favorise une individualisation de l'enseignement en fonction du rythme de l'apprenant pour maximiser cet apprentissage¹.

Pour correspondre au critère observable et mesurable, Saint-onge (1992, p. 23) pense que cette approche oriente la situation d'apprentissage sur le résultat. Elle permet de mesurer les progrès de l'apprenant de façon précise et d'atteindre ainsi une évaluation dite objective, qui tente de se dégager de l'influence des personnalités en présence pour reposer sur des éléments concrets et connus dès le départ. Cette objectivité favoriserait ainsi des chances égales pour tous, cher à notre société démocratique.

Pour ce faire, l'éducateur dans le processus enseignement-apprentissage doit savoir de prime à bord, d'où il vient et où il va. Lorsqu'il se retrouve devant les apprenants, l'éducateur doit situer le point de départ et envisager le point d'arrivée de son action éducative. Sur cette idée, Scriven, cité par De Corte (1978, p. 27) a conçu un modèle appelé « Triple cohérence » qui met en relation trois composantes du processus enseignement-apprentissage: objectif - enseignement - évaluation.

Pour Babou (2003, p.1), la pédagogie par objectif se comprend à partir d'une analyse considérée fondamentalement comme une œuvre d'une chaîne d'interprétation dont les finalités, les buts, les objectifs constituent les différentes étapes.

L'enseignement par objectifs est une tendance qui plaide par une prise rationnelle ou objective qui doit commencer par une formation concrète des objectifs de manière d'enseigner, des méthodes ou des techniques à appliquer ainsi que des instruments de l'évaluation conformes au processus d'enseignement-apprentissage.

Minder (2007, p. 332) émet l'idée que: « une première prescription générale concernant la rédaction de l'épreuve d'évaluation est celle de veiller soigneusement à la concordance des niveaux taxonomiques de l'objectif, de sa stratégie et de l'évaluation ». À son avis, on ne pourrait imaginer une séquence didactique dont l'objectif ne viserait une compréhension, dont la stratégie ne se situerait au niveau de la connaissance et dont l'évaluation ne se hisserait finalement au niveau de la synthèse.

Dans cet article, notre problème réside sur les difficultés de la formation des objectifs opérationnels et la cohérence ou le non cohérence de ces objectifs opérationnels avec les questions d'évaluation. En fait, plus les objectifs se formulent de façon vague, souvent vus comme un mal nécessaire ou une question d'apparence, plus l'action de l'école risque évidemment de s'éloigner des intentions de ses organisateurs. Non seulement les enseignants doivent construire toutes leurs activités sur des objectifs clairs, mais doivent aussi faire connaître ceux-ci sans ambiguïté, ni mystère à leurs élèves.

Dans les milieux éducatifs où nous évoluons, particulièrement dans la ville de Goma, nous constatons que certains enseignants ont des difficultés de formuler correctement les objectifs opérationnels de leurs leçons, et d'assumer leur atteinte. Or, selon les exigences pédagogiques les objectifs d'une leçon doivent être définis de façon précise, et doivent décrire à la fin un changement souhaité chez l'apprenant comme une performance ou comportement attendu qu'il devra manifester à l'issue

¹ <https://www.media.education.gouv.fr/file/51/3/3513.pdf>

d'une étape du processus éducatif. L'atteinte d'un objectif doit être assurée au moyen d'une évaluation à la fin même de ce processus. Et par ricochet, cette évaluation doit être en adéquation parfaite avec l'objectif opérationnel.

Ce faisant, à l'issue de tout ce qui précède, deux questions sont soulevées dans cette étude:

1. Partant des critères de Mager, comment les objectifs d'apprentissage sont-ils formulés par les enseignants de culture générale dans les écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma ?
2. Comment ces enseignants procèdent-ils pour créer des liens entre les objectifs d'apprentissage et les questions d'évaluation en culture générale ?

Partant de ces questions, l'étude poursuit les objectifs ci-après:

1. Vérifier si les objectifs d'apprentissage que se fixent les enseignants en culture générale dans les écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma respectent les critères d'un objectif d'apprentissage tel que proposé par Mager.
2. Vérifier s'il existe une adéquation entre les questions d'évaluation que posent les enseignants en culture générale et les objectifs d'apprentissage.

Eu égard aux résultats des études précédentes (Kayumba, 2008; 2016 et 2019), selon lesquels les maîtres des écoles primaires de Goma présentent de faiblesse en pédagogie par objectifs, précisément en mathématique et en français, nous pensons que:

- Les objectifs que se fixent les enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma ne respectent pas les critères d'un objectif opérationnel.
- Les questions d'évaluation que posent les enseignants de culture générale dans des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma ne sont pas en adéquation avec les objectifs d'apprentissage.

2 CADRE THÉORIQUE

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est important d'explicitier sommairement quelques concepts clés relatifs à la présente étude. Il s'agit des concepts suivants: objectif d'apprentissage, la pédagogie par objectif, objectif pédagogique et importance de définir ses objectifs pédagogiques.

2.1 DÉFINITION DU CONCEPT OBJECTIF

Pour Renald (1993, p. 907), un objectif est un résultat précis circonscrit et vérifiable dont l'atteinte exige une focalisation d'actions cohérentes et d'effort concertés pendant une certaine période de temps. L'auteur poursuit en disant qu'un objectif est un « énoncé d'intention décrivant le résultat concret attendu.

Raynal et Rieunier (2012, p. 351) définit l'objectif comme un énoncé d'intention décrivant le résultat concret attendu à la suite d'une action. Il s'agit donc d'une capacité, une performance, un comportement qui est attendu de l'apprenant et que ce dernier devra manifester à l'issue d'une étape de formation.

Certes, il est impossible d'évaluer avec efficacité la valeur d'un cours ou d'un programme lorsqu'il n'y a pas d'objectif clairement défini et que l'on ne dispose d'aucune base sûre pour choisir convenablement les moyens, les sujets ou méthodes d'enseignement (Mager, 2001, p.5).

Laurier et ses collaborateurs (2005, p. 22) soutiennent que plusieurs auteurs reconnaissent trois niveaux de généralité. Ainsi en est-il, entre autres, de Viviane et Gilbert De Landsheere (1980), de Krathwohl et ses collaborateurs (1976), et de De Corte, Curligs, Lagerweij et Peters (1976), qui adoptent une classification en trois grands niveaux qu'ils utilisent comme cadre général de leur étude:

- Les finalités et buts de l'éducation;
- Les objectifs définis selon les grandes catégories d'apprentissage, c'est-à-dire les taxonomiques;
- Les objectifs opérationnels.

C'est à ce dernier niveau que se situe ce présent article.

2.2 PÉDAGOGIE PAR OBJECTIFS

La pédagogie par objectifs trouve son origine aux États-Unis dans un contexte socioéconomique de rationalisation des processus de production industrielle (Taylor) notamment dans l'industrie automobile.

Cette méthode de travail consiste à spécialiser une tâche à l'extrême. La mise en œuvre consiste à faire des actions répétitives simples dans un processus de production. Ce système est bien mis en évidence dans les procédés de travail à la chaîne (production automobile Ford, 1920).

La pédagogie par objectifs trouve également son origine dans le contexte théorique du béhaviorisme. Cette conception rejette la référence à la conscience, elle postule qu'il faut se centrer sur les comportements observables et mesurables que l'apprentissage permet et que l'on peut produire n'importe quel apprentissage à condition d'utiliser les techniques adéquates.

L'idée prônée par Ralph Tyler (1950), initiateur de la pédagogie par objectifs, est de proposer une organisation scientifique et rationnelle de l'éducation. Celle-ci doit adapter l'homme aux besoins et valeurs de la société et les traduire en objectifs. Il faut sortir des généralités grandiloquentes et infécondes en matière d'action éducative. Il faut une formulation claire des objectifs pour pouvoir les évaluer et donc pour contrôler l'enseignement².

Selon Feruzi (1997) cité par Kayumba (2016, p.10), l'enseignement par objectifs est entré en République Démocratique du Congo par le truchement de la pédagogie universitaire sous l'autorité du chanoine Plevoet, assisté d'une équipe d'animateurs.

Ainsi, des séminaires de formation de pédagogie universitaire ont été organisés dans le but d'assurer la formation des enseignants des universités et des instituts supérieurs. Ces séminaires ont été animés durant la période allant de 1977 à 1991 et ont bénéficié du financement de la coopération Belge. Par ces actions, la vulgarisation de la pédagogie par objectifs a été possible dans les institutions de l'enseignement supérieur et universitaire.

De cette historique, Babou (2003, p.1), stipule que, la pédagogie par objectif se comprend à partir d'une analyse considérée fondamentalement comme une œuvre d'une chaîne d'interprétation dont les finalités, les buts, les objectifs constituent les différentes étapes.

Quant à Berbaum (2005, p. 93), la pédagogie par objectifs est une pratique éducative qui met l'accent sur la réflexion relative aux objectifs de formation en vue de la détermination des stratégies et modes d'évaluation correspondants.

L'enseignement par objectifs est une tendance qui plaide par une prise rationnelle ou objective qui doit commencer par une formation concrète des objectifs de manière d'enseigner, des méthodes ou des techniques à appliquer ainsi que des instruments de l'évaluation conformes au processus d'enseignement-apprentissage.

Quant à De Landsheere (1978, p.5), « éduquer implique toujours un objectif principal: la modification de comportement des élèves ». Nous pouvons dire que l'objectif pédagogique porte sur une activité visible. L'activité visible est le comportement observable que le maître doit souhaiter à ses élèves dans le processus d'enseignement-apprentissage.

Malgré tout cela, nous avons constaté que la plupart d'enseignants présentent une faiblesse dans leur façon de formuler leurs objectifs d'apprentissage. Certains parmi eux les définissent abusivement en utilisant les verbes mentalistes qui ne correspondent pas aux résultats escomptés à la fin de la leçon.

2.3 OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES OU OPÉRATIONNELS

Par objectif pédagogique ou opérationnel nous entendons ce que l'apprenant doit pouvoir faire à l'issue d'un ensemble d'apprentissage réussi après son enseignement.

Pour Bloom cité par Ranald (1969, p. 906), la formulation des objectifs doit tenir compte des conditions et des difficultés de la vie contemporaine, des exigences, des possibilités qu'elle offre aux jeunes et aux adultes. Lorsque les objectifs sont formulés par les enseignants dans les différentes manières de l'enseignement constituent l'inventaire de ce que les élèves doivent acquérir de nouveau.

Selon Vivianne et De Landsheere (1978, p. 214), la formulation opérationnelle comprend cinq indications précises:

1. Qui produira le comportement souhaité ? il s'agit de l'apprenant.
2. Quel comportement observable démontrera que l'objectif est atteint ? ce comportement doit être défini au moyen d'un verbe d'action, un verbe univoque c'est-à-dire un verbe aussi spécifique que son interprétation ne prête à aucune ambiguïté possible.
3. Quel sera le produit du comportement (la performance).

² <https://www.teteamodeler.com/pedagogie>

4. Dans quelles conditions le comportement doit avoir lieu (conditions de réalisation).
5. Quels critères serviront à déterminer si le produit est satisfaisant.

EXEMPLE:

1. L'élève
2. Saura construire
3. Un poste de radio à transistors
4. En choisissant lui-même des pièces au magasin, en servant au schéma adopté.
5. L'appareil devra capter correctement les émissions d'au moins 5 émetteurs sur ondes longues.

Mager (2001, p. 25), un objectif utile se définit par trois exigences:

1. La performance (ce que l'étudiant est capable de réaliser);
2. Les conditions (dans lesquelles doit s'effectuer la performance);
3. Le critère (c'est-à-dire la qualité ou le niveau de performance jugé acceptable).

2.4 IMPORTANCE DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Définir les objectifs pédagogiques est une étape très importante dans la préparation d'une leçon pour l'enseignant. Il connaît où il conduit les élèves et ces derniers connaissent où ils sont conduits. L'enseignant qui prépare une leçon doit savoir ce que ses élèves seront capables de faire après la leçon. Il est donc nécessaire d'inscrire les objectifs sur la fiche de préparation.

À cette occasion, on devrait montrer qu'il ne suffit pas de prévoir ce que le maître va faire, mais qu'il faut aussi savoir clairement ce que les élèves auront l'occasion d'apprendre et donc de faire. Une leçon se prépare en fonction des objectifs poursuivis³.

Plus les objectifs seront formulés de façon vague, au départ, plus l'action de l'école risque évidemment de s'éloigner des intentions de ses organisateurs; à moins que l'imprécision de la formulation ne soit un artifice permettant de faire passer pour noble et humanitaire une politique scolaire autoritaire, servant les intérêts d'une minorité, et réalisée systématiquement grâce à des cadres pédagogiques seuls chargés de définir les modalités éducatives, de les imposer et de les faire respecter.

Il semble inconcevable qu'un maître sachant ce qu'il veut faire apprendre, et bien décidé à vérifier s'il a réussi, ne choisisse pas sa méthode d'enseignement en conséquence. Peut-être existe-t-il des enseignants conscients d'un but à poursuivre, mais trop indolents ou trop dépourvus pour déployer les stratégies nécessaires. Mais alors, comme le dit Bloom, ils ont au moins perdu leur innocence (Kayumba, 2016, p. 11).

En fait, non seulement les maîtres doivent construire toute leur activité sur des objectifs clairs, mais ils doivent aussi faire connaître ceux-ci sans ambiguïté ni mystère à leurs élèves. On trouve une des meilleures preuves de l'esprit malsain qui domine un enseignement non focalisé sur des objectifs explicites, dans le fait que les étudiants doivent s'appliquer à deviner ce qui est important soit par une analyse des manuels ou des types de questions posées aux interrogations, soit encore en recueillant des renseignements auprès de leurs aînés.

Donner un "tuyau", c'est révéler un objectif poursuivi secrètement par le maître et découvert astucieusement ou tragiquement par l'élève. L'existence d'objectifs clairs constitue une autre sauvegarde encore. Combien d'enseignants, d'entière bonne foi, n'ont-ils pas cru faire œuvre utile parce qu'ils observaient des réactions d'intérêt, de participation, d'activité chez leurs élèves ? Certes, de telles réactions revêtent probablement un sens positif, ne fût-ce que pour la santé mentale.

Il n'est pourtant pas établi a priori qu'elles ne constituent pas une dénaturation de l'éducation. Obtenir la participation ne signifie pas nécessairement susciter un apprentissage positif. Agir pour agir, parler pour parler, constituent des activités par définition dépourvues de finalité.

L'un des meilleurs entraînements à la pratique de la profession d'enseignant consiste à apprendre à préparer les activités éducatives. A cette occasion, on devrait montrer qu'il ne suffit pas de prévoir ce que le maître va faire (utiliser le livre, analyser

³ <http://www.meirieu.com/cours/texte12.pdf>

tel texte, disposer les notes au tableau de telle manière, etc.), mais qu'il faut aussi savoir clairement ce que les élèves auront l'occasion d'apprendre et donc de faire. Une leçon se prépare en fonction des objectifs poursuivis⁴.

3 CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Dans ce chapitre, nous présentons la population et l'échantillon d'étude, les techniques de récolte et de traitement des données et d'interprétation des résultats.

L'univers de notre étude est infini du fait que le nombre total des fiches de préparation qui devraient nous servir d'identifier les objectifs opérationnels sont indéterminés. Si même on peut les calculer en fonction de nombre des leçons par branche pour toute l'année scolaire, il est difficile de préciser le nombre exact car tous les enseignants ne sont pas motivés de la même manière sur le plan régularité, aptitude et compétences.

Dans ce contexte, nous avons considéré, avant la fin de l'année scolaire 2018-2019, 47 fiches de préparation des enseignants de 13 écoles secondaires non conventionnées de la ville de Goma dans les branches de culture générale. Sur ces fiches nous y avons décelé 47 objectifs d'apprentissage à raison d'un objectif par fiche de chaque enseignant. Le tableau ci-après présente la population d'étude répartie par école

Tableau 1. Echantillon d'objectifs d'apprentissage selon les écoles

Ecole	Qualification	Branches						Total	
		Géo		Histoire		ECM			
		f	%	f	%	f	%	f	%
Inst. Mont-Goma	6 enseignants L.A	2	4.25	2	4.25	2	4.25	6	12.7
Ecole du 50naire	5 enseignants LA	2	4.25	2	4.25	1	2.12	5	10.6
Inst. Mugunga	3 enseignants LA	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Lac-vert	3 enseignants D6	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Nyabushongo	3 enseignants G3	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Ndosho	3 enseignants G3	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Mikenno	3 enseignants LA	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Virunga Q.	3 enseignants LA	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Tupendane	3 enseignants LA	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Tuungane	3 enseignants LA	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Muungano	3 enseignants D6	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Instigo	6 enseignants LA	2	4.25	2	4.25	2	4.25	6	12.7
Inst. Karibu	6 enseignants G3	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Total		16	34	16	34	15	32	47	100

Source: Notre enquête a été faite au sein des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma. Où, les enseignants de culture générale ont fait l'objet de notre enquête à partir de leurs fiches de préparation. Cette enquête a été réalisée vers la fin du mois de mars et le mois d'avril, 2019.

Les données de ce tableau ci-haut, révèlent que sur un total de 13 écoles, 47 objectifs opérationnels formulés par les enseignants de culture générale ont été retenus pour faire l'objet de nos analyses, soit 16 objectifs de géographie, 16 objectifs d'histoire et 15 objectifs d'éducation civique et morale.

Il sied de signaler que 41 enseignants de culture générale sont qualifiés parce qu'ils ont subi une formation au sein des Institutions supérieures pédagogiques; Néanmoins, 6 enseignants sont diplômés d'Etat en pédagogie et par conséquent non qualifiés au niveau secondaire.

⁴ <http://www.meirieu.com/cours/texte12.pdf>

Tableau 2. Questions d'évaluation selon les écoles

Ecole	Branches						Total	
	Géo.		Histoire		ECM			
	f	%	f	%	f	%	f	%
Inst. Mont-Goma	2	4.25	2	4.25	2	4.25	6	12.7
Ecole du 50naire	2	4.25	2	4.25	1	2.12	5	10.6
Inst. Mugunga	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Lac-vert	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Nyabushongo	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Ndoshio	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Mikenio	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Virunga Q.	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Tupendane	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Tuungane	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Inst. Muungano	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Instigo	2	4.25	2	4.25	2	4.25	6	12.7
Inst. Karibu	1	2.12	1	2.12	1	2.12	3	6.4
Total	16	34	16	34	15	32	47	100

Source: Fiches de préparation des enseignants de culture générale.

Les données de ce tableau montrent que sur un total de 13 écoles, 47 questions d'évaluations formulées par les enseignants de culture générale ont été récoltées. En raison de 16 questions pour les enseignants de géographie, 16 questions pour les enseignants d'histoire et 15 questions pour les enseignants d'éducation civique et morale.

Pour la récolte des données, nous nous sommes servis de la technique documentaire. Selon Grawitz, (2005, p. 571), la technique documentaire consiste en une fouille systématique de tout ce qui est écrit ayant une liaison avec le domaine de recherche.

L'analyse documentaire est défini comme «une opération ou ensemble d'opérations visant à représenter le contenu d'un document sous forme différente de sa forme originelle afin d'en faciliter la consultation ou le repérage dans un stade ultérieur». (Bardin, 2003, p.50).

C'est ainsi que la technique documentaire nous a permis de rassembler les fiches de préparation détaillées de 47 enseignants qui dispensent les cours de culture générale de première année secondaire jusqu'en sixième année. En principe, ces fiches contenaient les objectifs opérationnels et les questions d'évaluation. Á cet effet, nous avons demandé à chaque enseignant de nous fournir une fiche de préparation de leçon, de son cours qu'il enseigne. Pour l'année scolaire 2018-2019.

Après avoir réuni toute la documentation nécessaire, il a fallu recourir à l'analyse de contenu qui, consiste à décrire objectivement et systématiquement les données quantitatives. Pour Berelson, cité par Bardin (2003, p. 39) l'analyse de contenu est une technique de recherche pour la description objective, systématique et quantitative du contenu manifeste des communications, ayant pour but de les interpréter ».

C'est ainsi que, cette technique nous a permis de dépouiller chaque fiche de préparation, y déceler les objectifs opérationnels, constater la présence ou l'absence de chacun de trois critères d'un objectif opérationnel tel que proposé par Mager et constater aussi, si ces objectifs sont vérifiés à travers les questions d'évaluation.

Du fait que les appréciations faites par les juges révélaient d'une échelle descriptive, la concordance entre juges a été mesurée en recourant au coefficient de Barry-Stock. Pour vérifier cette concordance, nous avons retenu trois juges. En fait, après les avoir fournis toutes les consignes nécessaires, ils ont émis leurs avis au sujet de l'opérationnalisation des objectifs et leur cohérence avec les questions d'évaluation.

Tableau 3. Critères d'analyse des objectifs opérationnels

Variables	Critères spécifiques
Choisir un verbe d'action	Utiliser des verbes concrets Définir, expliquer, localiser, identifier, citer, etc.
Conditions de réalisation	Etant donné, ... En utilisant, ...Avec, ...A l'aide de, ... Sans, ...
Critères d'évaluation	Pourcentage, proportion, durée, précision, quantité, seuil d'acceptabilité.

Il ressort de tableau que pour chaque objectif d'apprentissage, les juges devraient vérifier si ces trois critères sont réunis afin qu'il soit qualifié d'opérationnel.

Quant à la distribution de χ^2 est l'une des plus simples de théorie statistique. Le test de chi-carré est employé pour déterminer si une certaine distribution observée diffère significativement d'une distribution théorique préalablement défini; il est appelé dans ce cas un test d'ajustement. Il peut servir pour déterminer s'il existe une relation entre deux variables.

4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

4.1 ANALYSE DE LA CONCORDANCE ENTRE LES JUGES

Dans cette partie, nous présentons les résultats des juges, c'est-à-dire la concordance entre les juges sur les verbes d'action, les conditions de réalisation, les critères d'évaluation, les objectifs opérationnels et les questions d'évaluation.

Les résultats du coefficient moyen de Barry-stock modifié se présentent comme suit:

Tableau 4. Concordance entre les juges

Critères	Coefficient Barry-stock modifié
Verbes d'action	0,92
Conditions de réalisation	0,96
Critères d'évaluation	0,92
Objectifs opérationnels	1,00
Adéquation objectifs-questions d'évaluation	0,86

Ayant retenu le seuil de 0,80 proposé par Planchard (1972) cité par Kayumba, (2016, p. 64), nous disons que les juges sont concordant du fait que les coefficients moyens sont tous supérieurs au seuil considéré.

4.2 OPÉRATIONNALISATION DES OBJECTIFS

Nous examinons l'opérationnalisation des objectifs conformément aux critères. Nous tenons compte de l'ensemble des trois critères et enfin, nous vérifions la cohérence entre les objectifs d'évaluation.

4.2.1 OPÉRATIONNALISATION SELON LES VERBES D'ACTION

Les enseignants se réfèrent-ils aux verbes d'action dans la formulation des objectifs d'apprentissage ? La réponse à cette question se trouve nichée dans le tableau 5.

Tableau 5. Opérationnalisation suivant les verbes d'action

	Verbes op	Verbes non op	Total
Fréquences	43	4	47
Pourcentage	91,5	8,5	100

Les résultats de ce tableau montrent que sur 47 objectifs, 43 objectifs contiennent les verbes d'action, soit 91,5% et 4 objectifs contiennent les verbes mentalistes, soit 8,5%.

Les résultats du χ^2 confirment une différence significative car le χ^2 cal (32.2) est supérieur au χ^2 tab (3.84) au seuil de 0.05 avec 1 comme degré de liberté.

4.2.2 OPÉRATIONNALISATION SUR LES CONDITIONS DE RÉALISATION

Les conditions de réalisation figurent-elles dans les objectifs d'apprentissage formulés par les enseignants ? La réponse à cette question est reprise au tableau 6.

Tableau 6. Opérationnalisation sur les conditions de réalisation

	Conditions réalisées	Conditions non réalisées	Total
Fréquences	2	45	47
Pourcentage	4,3	95,7	100

Il ressort de ce tableau que sur 47 objectifs, 2 objectifs contiennent les conditions de réalisation, soit 4,3%. Et 45 objectifs ne contiennent pas les conditions de réalisation.

4.2.3 L'OPÉRATIONNALISATION SUR LES CRITÈRES D'ÉVALUATION

Les enseignants incluent-ils les critères d'évaluation dans leurs objectifs ? Voici la réponse à cette question dans le tableau 7.

Tableau 7. L'opérationnalisation suivant les critères d'évaluation

	Critères opérationnels	Critères non opérationnels	Total
Fréquence	4	43	47
Pourcentage	8,5	91,5	100

Il ressort de ce tableau que sur 47 objectifs, 4 objectifs contiennent les critères d'évaluation, soit 8,5%. Et 43 objectifs ne contiennent pas des critères d'évaluation.

4.2.4 OPÉRATIONNALISATION DES OBJECTIFS

Les enseignants de culture générale des écoles secondaires non conventionnées de la ville de Goma respectent-ils les trois critères d'un objectif ? La réponse à cette question se trouve dans le tableau 8.

Tableau 8. Opérationnalisation des objectifs

	Objectifs opérationnels	Objectifs non opérationnels	Total
Fréquence	00	47	47
Pourcentage	00	100	100

Les résultats de ce tableau montrent qu'aucun objectif ne respecte les trois critères d'un objectif d'apprentissage tel que proposé par Mager.

De ce fait, les enseignants de culture générale des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma éprouveraient d'énormes difficultés dans la formulation des objectifs d'apprentissage.

4.2.5 ANALYSE DE LA COHÉRENCE OBJECTIFS-QUESTIONS

Les objectifs que les enseignants des écoles secondaires non conventionnées de la ville de Goma se fixent seraient-ils en cohérence avec les questions d'évaluation ? La réponse à cette question se trouve dans le tableau 9.

Tableau 9. Analyse de la cohérence objectifs-questions

	Cohérence	Non cohérence	Total
Fréquence	40	7	47
Pourcentage	85,1	14,9	100

Les résultats de ce tableau attestent que sur 47 questions, 40 questions sont en cohérence avec les objectifs, soit 85,1%. Et seulement 7 questions ne sont pas cohérentes avec les objectifs d'apprentissage, soit 14,9%.

Les résultats du χ^2 confirment une différence significative car le χ^2 cal (23) est supérieur au χ^2 tab (3.84) au seuil de 0.05 avec 1 comme degré de liberté.

Ainsi, nous pouvons dire que les enseignants des écoles secondaires non conventionnées de la ville de Goma posent des questions tirées du contenu des matières enseignées.

5 CONCLUSION

Nous voici au terme de notre article qui porte sur « l'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage en culture générale et leur adéquation avec les questions d'évaluation chez les enseignants des écoles officielles de la ville de Goma en République Démocratique du Congo ».

Deux questions ont servi le fil conducteur de notre étude:

- Les objectifs opérationnels que se fixent les enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma en culture générale respecteraient-ils les critères d'un objectif d'apprentissage ?
- Les questions d'évaluation que les enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma posent en culture générale seraient-elles en cohérence avec les objectifs fixés ?

Nous nous sommes fixés comme objectifs de, (d'):

- Vérifier si les objectifs d'apprentissage que se fixent les enseignants en culture générale dans les écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma respectent les critères d'un objectif d'apprentissage tel que proposé par Mager.
- Analyser la cohérence entre les questions d'évaluation que posent les enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma en culture générale avec les objectifs d'apprentissage.

Pour répondre aux questions posées, deux hypothèses ont été émises:

- Nous présumons que les objectifs que se fixent les enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma en culture générale ne respecteraient pas les critères d'un objectif opérationnel; et,
- Les questions d'évaluation que posent les enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma ne seraient pas en cohérence avec les objectifs opérationnels.

Nous avons recouru à la technique documentaire pour la récolte des données, à l'analyse des données pour le dépouillement des données, mais aussi au coefficient de Barry-stock modifié moyen et au test de chi-carré pour la prise de décision.

Nous avons travaillé avec un échantillon de 47 fiches de préparation tirées auprès des enseignants. Ce qui fait qu'une fiche de préparation était retenue par enseignant.

De ce fait, les résultats de notre étude ont révélé qu'aucun objectif sur les 47 objectifs retenus ne respecte les critères d'un objectif d'apprentissage tel que proposé par Mager (soit 0%) c'est-à-dire que l'ensemble des objectifs retenus ne respectent pas les critères d'un objectif d'apprentissage. Ce qui confirme notre première hypothèse selon laquelle les objectifs que se fixent les enseignants des écoles officielles du niveau secondaire de la ville de Goma en culture générale ne respecteraient pas les critères d'un objectif opérationnel; (Tableau 4.4).

En ce qui concerne la cohérence entre les questions d'évaluation avec les objectifs d'apprentissage; 40 questions, soit 85,1% sont en cohérence avec les objectifs d'apprentissage et seulement 7 questions, soit 14,9% ne sont pas en cohérence avec les objectifs d'apprentissage. Les résultats du χ^2 confirment une différence significative car le χ^2 cal (23) est supérieur au χ^2 tab (3.84) au seuil de 0.05 avec 1 comme degré de liberté.

Ce qui infirme notre deuxième hypothèse selon laquelle les questions d'évaluation que posent les enseignants des écoles non conventionnées de la ville de Goma en culture générale ne seraient pas en cohérence avec les objectifs d'apprentissage (Tableau 4.5).

Pour souligner l'importance de l'objectif en matière d'éducation, on cite généralement le célèbre adage ci-après formulé par Mager: « Si l'on ne sait pas où l'on va, le voyage risque de mal se terminer ». En d'autres termes, si, l'on ne sait pas ce que l'on veut enseigner, la leçon risque de ne pas être efficace.

Pour ce faire, nous suggérons une formation des enseignants des écoles non conventionnées du niveau secondaire de la ville de Goma sur la formulation des objectifs d'apprentissage. En fait, les résultats de la présente étude prouvent que ces enseignants affichent d'énormes difficultés dans leur manière de formuler les objectifs d'apprentissage.

Enfin, nous n'estimons pas avoir tout analysé sur ce thème d'objectifs d'apprentissage. C'est ainsi que nous laissons un chemin ouvert aux futurs chercheurs qui peuvent aussi développer l'aspect suivant: Les objectifs d'apprentissage que se fixent les enseignants visent à évaluer quels types des connaissances ? Connaissances déclaratives, procédurales ou conditionnelles?

REFERENCES

- [1] Raynal, F et Rieunier, A. (2012). *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés. Apprentissage, formation, psychologie cognitive*. Pologne: Esf.
- [2] Renald, L. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Paris: Guérin.
- [3] Babou, S. (2003). *La pédagogie par objectifs*. Bruxelles: Ucab.
- [4] Bardin, L. (1986). *L'analyse de contenu*. Paris: Puf.
- [5] Bardin, L. (2003). *L'analyse de contenu*. Paris: Puf.
- [6] Berbaum, J. (2005). *Dans apprentissage et formation*. Paris: Puf.
- [7] De Corte, E. et al. (1978). *Les fondements de l'action didactique: didactique à la didaxologie*. Bruxelles: De Boeck.
- [8] De Landsheere, G. (1978). *Définir les objectifs de l'éducation*. Paris: Puf.
- [9] Grawitz, M. (1979). *Méthodes des sciences sociales*. Paris: Dalloz.
- [10] Hameline, D. (1990). *Les objectifs pédagogiques en formation initiale et en formation continue suivi de l'éducateur et l'action sensée*. Paris: esf.
- [11] Laurier, M. M., et al. (2005). *Les principes de la mesure et de l'évaluation des apprentissages*. Québec: Gaëtan Morin.
- [12] Mager, R. (2001). *Comment définir les objectifs pédagogiques*. Paris: Dunod.
- [13] Mager, R. (2005). *Comment définir les objectifs pédagogiques*. Paris: Dunod.
- [14] Minder, M. (2007). *Didactique fonctionnelle, objectifs, stratégies, évaluation*. Bruxelles: De Boeck.
- [15] Pelpel, P. (2005). *Se former pour enseigner*. Paris: Dunod.
- [16] Quivy, R. (1995). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Paris: Dunod.
- [17] Saint-Onge, D. (1992). *Les objectifs pédagogiques: pour ou contre ? Pédagogie Collégiale*. Paris: Dunod.
- [18] Viviane, D., et De Landsheere, G. (1978). *Définir les objectifs de l'éducation*. Paris: Puf.
- [19] Kayumba, M. O., et al. (2019). « Alignement pédagogique chez les maîtres des écoles primaires de Goma ». Maroc in *ISSR*. www.issr-journals.org Jan. 2019.
- [20] Kayumba, M. O., et Mokonzi, B. G. (2019). *Opérationnalisation des objectifs d'apprentissage des mathématiques, du français et leur adéquation avec les questions d'évaluation dans les écoles primaires adventistes de la ville de Goma*. Maroc in *ISSR*. www.issr-journals.org jan. 2019.
- [21] Kayumba, M.O. (2008). « La vérification de la théorie de la triple cohérence de Scriven en français et en mathématique chez les enseignants des écoles primaires conventionnées adventistes de Goma » in *cahiers du CERUKI*, n°36/2008, Bukavu.
- [22] <https://www.media.education.gouv.fr/file/51/3/3513.pdf>. Le 10 janvier 2020 à 11h25.
- [23] <https://www.teteamodeler.com/pedagogie>. Le 20 janvier 2020 à 20h00 .
- [24] <http://www.meirieu.com/cours/texte12.pdf>. Le 25 février 2020 à 14h 55.

Neuroscience and the learning brain : From biology to psychology

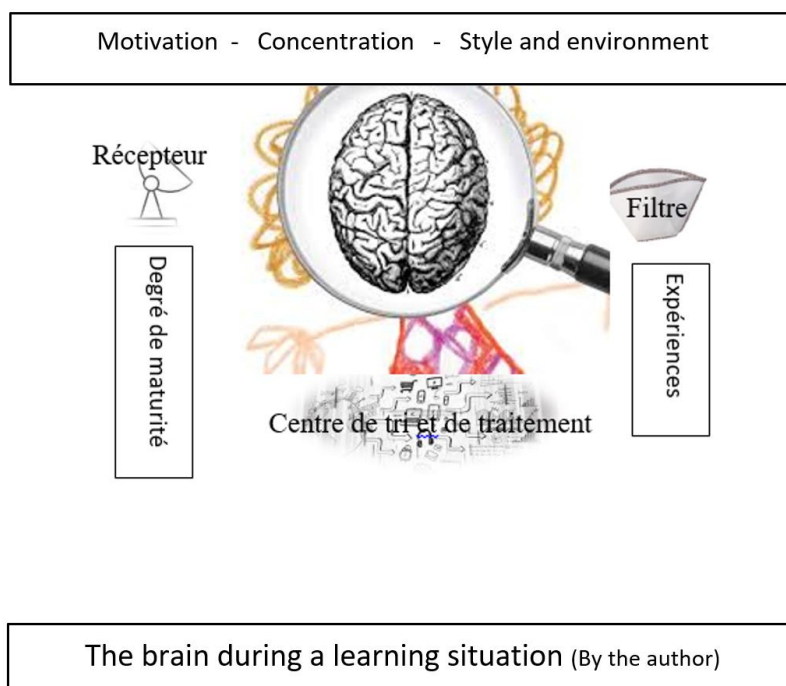
Bouchra Benhadi and Mohammed Moubtassime

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fes, Morocco

Copyright © 2021 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: Whether by using the most sophisticated scanning techniques or subtle psychological tests, experimenters were able to delve into the human brain and attempt to understand the way it learns. Research in neuroeducation focuses essentially on the teaching-learning activity by striving to produce, as far as possible, a precise comprehension of the cerebral mechanisms of cognition. The present article proposes a thoughtful reading of the act of learning in the light of the contributions of cognitive sciences and neuroeducation, passing essentially through biology and psychology.

KEYWORDS: learning, cognition, teaching, neuroeducation, brain.



1 INTRODUCTION

Whether by using the most sophisticated scanning techniques or subtle psychological tests, the experimenters were able to delve into the human brain and attempt to understand the way it learns.

Neuro-education consists of adapting teaching methods to capacities and mode of functioning of the brain as much as possible. An interdisciplinary field of research that combines neuroscience, psychology, anthropology, and education, neuro-education aims to create better ways of teaching.

Research in Neuroeducation uses findings on memory, learning, language, and other topics related to cognitive neuroscience (Philosophy, Psychology, Linguistics, Computer Science, Neuroscience) to instruct educators on the best teaching and learning strategies.

2 PROBLEM DEFINITION

In neuroscience, there is a growing number of research papers that invite educators and didactic specialists to consider the results of experiments on the active brain functioning to tailor their interventions in the classroom accordingly for better results. Learning brains are at the same time analogous and different, unique and similar, and this is where their richness and the difficulty for teachers lie.

Any attempt towards a pedagogical standardization can only lead to the dullness of those undergoing it. The interests and needs of individual and group students are so different that an intelligent and meaningful educational intervention must respect these differences that make them unique and full-fledged individuals. A pedagogy that addresses each student, rather than a group of students in a standardized manner, is the first step towards rationality. Actually, a classroom intervention that respects the individual is a necessity and a condition for educational practice success. It goes without saying that the task of teachers is far from being simple or easy. The equation to be solved is to reach the whole class by addressing each student.

3 THE BRAIN, THE PRINCIPAL ORGAN OF KNOWLEDGE

Personal characteristics determine the entire existence of the individual. These characteristics, which are a result of the joint actions of multiple factors of diverse nature, guide the relationship to the world as well as problem solving and relation to others.

In a learning situation, these characteristics concern both students and their teachers. Any similarity in the expression of personal character conceals an enriching dissimilarity for group management, problem-solving, and communication in the classroom, provided that the official leader knows how to make use of this dissimilarity in a positive way for significant learning.

Main organ of information processing, the brain is a receiver, a filter, and a sorting center of the information that is captured from the environment by the different senses. This nearly permanent work is performed in a quasi-automatic way by non-conscious circuits while consuming little mental energy. This capacity of the brain to process, sort, prioritize, and judge the transmitted information depends on its degree of maturity and previously acquired experiences. For this reason, there is a difference of appreciation between people facing the same circumstance. In other words, the received information by the brain determines its performance. Hence, the importance of language, or rather the importance of idiom in this treatment process. This activity is performed in a smooth way that the form of transmission of information (word, sentence, gesture, image, drawing, graphic, or any other form of representation) is clearly and well perceived. Besides, polysemy, lack of clarity, and ambiguity restrict the work of the brain, make it consume much energy, and may block or at least delay its operation, especially during its maturation phases. Challenge, as opposed to routine, stimulates the learning brain; however, too much or too little challenge could be detrimental to the learning brain. Proceeding by analogy, comparison, inference, deduction, and induction would better suit its functioning. Furthermore, placing the received information in its precise context is a necessary condition to provide it with its proper meaning.

As a genuine control tower, guided by its needs and acting as an aware thrifty, the adult brain controls the whole body by following several conscious and unconscious modalities to avoid exhaustion during knowledge management processes. Thus, its worker caterpillars, the neurons, disconnect when fatigue gains too much ground. That is what happens in the classroom for adolescents who are sleep-deprived, cognitively overloaded, or living under stress and who are unable to follow, process, or even understand the course.

The brain certainly has its limits and demands. Hence, the usefulness and importance for educational and pedagogical actors to know this organ, its maturational process, its mode of functioning, its preferences, and what harms it, that one may achieve meaningful schooling, improve pedagogical practices, and make learning activity a moment of pleasure and not a session of constraint or even torture.

3.1 THE BRAIN DURING A LEARNING SITUATION

The adult brain as a super saver has developed, during its long maturation process, highly automated strategies that consume the least amount of energy and are characterized by rapid execution since they are under the control of subcortical systems. The execution of these activities under the support of cortical areas would make them slow, costly, unsuitable to the

context, and could eventually lead to disastrous results. By doing so, the brain devotes its conscious part to tasks that are hardly automated, like reasoning, planning, problem-solving, or abstraction.

To reach this high-level of performance the brain had to work hard, as evidenced by the childhood journey from preschool to higher education. The implementation of these highly automated strategies requires laborious and very costly work for the conscious mind to achieve this result. Each newly learned skill at school (and even outside school) alerts the brain to mobilize attention, sensory and motor organs, working memory, long-term memory and its components, linguistic skills, mental mobility, in short, all motor and cognitive functions. Learning only can be achieved through hard work, continuous, voluntary, and conscious effort. To achieve positive results; the learning sequence has to be programmed to better arrange and order these cognitive functions regarding their relative importance to the requirements of the tasks to be performed. The learning brain is subject to neural constraints that must be taken into consideration to avoid being overwhelmed. Learning activity consumes energy, attention, memory, and executive functions, hence the need to understand that the implementation of delicate motor automatisms is required to master writing, and high-level language skills necessary for reading and expression require time. The needed duration to acquire these skills depends on brain differences among individuals. Learning situations in general, and schooling situations, in particular, require a very complex brain processing that not all learning brains can cope with, due to the lack of ability or maturational phase shift. Therefore, it is possible to encounter difficulties, delays, or even disorders that can become pathological during schooling. A pedagogical intervention armed with knowledge about the functioning of the learning brain would lead to opting for the most accessible tools and supports for clear and less ambiguous instructions, and the most attractive teaching situations that are free of malicious traps. It is under these conditions that learning would be a real moment of pleasure and joy to express oneself, transmit, communicate positively, exploit knowledge, and enrich personal experience and that of others.

4 SUBJECTIVITY AND LEARNING

The development of self-awareness (intrasubjective consciousness) plays a role in everyday life just as much as the development of social skills that are crucial to living in society between others (intersubjective consciousness). Any delay, dysfunction, or disorder affecting the development of the subjective dimension makes the person vulnerable and exposed to the risk of endangering his or her future social being. Understanding, management, control of feelings, emotions, and affections are as essential to life as analyzing and understanding the feelings, reactions, and behaviors of others. Any defect in these functions would jeopardize the person's integration and adaptation to the group, community, or society and would reduce the opportunities to be operational, active, and recognized in the social environment, in other words, this would be the royal road to marginalization and exclusion.

4.1 INTRA-SUBJECTIVITY: SELF-DIRECTED LEARNING

The construction of the intra-subjective dimension depends on the development of the function of understanding, of judging personal motivations, of clear-sightedness on feelings, of the estimation of strengths and weaknesses, of the precision of goals and programming actions accordingly. The development of this dimension is a prerequisite for the establishment of capacities of self-evaluation, metacognition, discipline, and concentration. Besides, it provides a good starting point for a well-constructed personality allowing openness to others, cooperating, and coexisting with them.

Neurobiologically, intra-subjective construction and its expression demand active and sustained involvement of the right brain, amygdala, and dopamine. At school, the intra-subjective dimension determines both affective aspects, including emotions, feelings, motivation, and cognitive functions, in addition to self-image. The relevance of learning with respect to previously set objectives, and personal performance and efficiency are specified, reviewed, and corrected. The intra-subjective dimension has a link to the progressive construction of reasonable decision-making capacity. When a child, pupil, or student faces a problematic situation, he or she gradually learns to analyze, balance, assume, evaluate and judge the elements of this situation, initially with hesitation, energy expenditure, and many errors before reaching efficiency and automation of processes. A problematic situation is any confrontation with a dilemma that can test intelligence, moral sense, responsibility, and liability. That means that there are strong links between intra-subjectivity and intersubjectivity and that the transition from intra-subjective to intersubjective aspects (or the inverse) is the result of a laborious, conscious and unconscious learning process within which the teacher can play a crucial role from preschool to university. Indeed, the teacher can play the role of an inducer and initiator of extrinsic motivation. By setting up a social climate and a well-equipped surrounding, that is favorable and conducive to attract the attention of learners, the teacher can maintain students attention as long as possible while respecting their psychological characteristics, getting them to focus on the task, to invest themselves in it and to seek success (satisfaction and reward at the same time). A favorable learning climate must respect certain conditions such as the precision of expectations from learners, positive feedback communication that may encourage them, the implementation of attractive,

non-routine, or monotonous didactic situations that constitute realistic challenges respecting the intellectual level of the student.

4.2 INTERSUBJECTIVITY: LEARNING WITHIN A GROUP

The intersubjective dimension of personality is associated with the right hemisphere. Neurons and neurotransmitters are predominantly involved in the process of construction, development, and consolidation of this dimension. Analyzing and understanding the actions of others, and social interactions in general, require the intervention of serotonin and oxytocin. These biological components constitute a mandatory condition for the implementation of the intersubjective dynamics that include formal and non-formal learning and school and extra-curricular activities. The construction of the personality's intersubjective dimension passes through contact, cooperation, solidarity, conflict, adversity, the search of a compromise between intra-subjectivity and the demands of group life with the help of conformism, the identification of common points, and anchors to relationships in both, real and virtual life. Emotions are deeply involved in this process of living in a group (family, team, band, school, etcetera) and of building and developing intersubjectivity. The role of the brain and precisely, of the insula (a cerebral structure in the temporal lobe) in changing attitudes and opinions in line with the group that the person belongs to is evident. To avoid marginalization or exclusion from the group, the individual opts for conformity to the dominant ideas and behaviors in the group and thus gives in to social pressures. Living in a community also involves the constitution of mindset, opinions, and judgments about others. The formation of judgments about others depends on perceiving, decoding, interpreting, and understanding emotions. This operation, carried out rapidly by the adult brain (the amygdala), barely exceeding a tenth of a second, is built up gradually from a young age and depends on subjective emotional experience in interaction with the cultural environment. This judgment may get distorted, manipulated, and subject to the effects of social pressure and conformity. For example, many people agree that people who are elegant and beautiful have intelligence, ambition, attractiveness, positivity, balance, and social skills. These conditional judgments have a considerable impact on all areas where evaluation is required: justice, education, and employment. Moreover, verbal and non-verbal language plays a crucial role in intersubjective relationships. Enunciated speech occupies a small place compared to prosodic traits and body language. If the person can choose words consciously and deliberately, non-conscious components could be contradictory and disguise the explicit element of verbal interaction. The possible contradiction between speech, on the one hand, and thoughts and affections, on the other hand, is detectable by any participant coming from the same cultural context. Intersubjective relationships must be genuine and free of disharmony and contradictions between communication components for effectiveness reasons. This authenticity is particularly essential in schooling because it can have effects on the future of learners and their integration into the school culture. The teacher has at his (or her) disposal a set of language tools that can make learning pleasant, enjoyable, and inclusive.

In addition to its euphoric effect, reducing stress and creating intersubjective bonds (sharing and contagion of laughter), humor promotes learning and memorization. Humor sense, a part of the words of mind as Freud described it, is not only limited to telling funny stories or making jokes but can be a crucial technique for classroom practice at different times and phases of the course. Kind humor, and not squeaky, dark or sarcastic humor, can unlock many difficult situations, attract attention, awaken or initiate the class, and play down difficulties and mistakes. Not everyone has a sense of humor either in production or in comprehension because of its tight connection with other dimensions of personality and their development. Nevertheless, for those who master humor, or at least have a sense of it, it can be an essential tool for intersubjective links establishing because the modalities of humor are rich, multiple and varied and involve several cerebral zones. Therefore, it involves high-level cognitive activities that depend on the prefrontal lobe.

In short, intersubjectivity occupies a predominant place in the schooling area because training, learning, and openness take place through interactions, with the help of the cerebral structure and its components. Opting for diversity and dynamics of verbal and non-verbal communication and promoting positive emotions constitute an indispensable factor for academic results enhancement. The size of the group moderates this diversity, which is an inevitable part of the puzzle, as is the effect of the less well-trained, though decisive, teacher. Some teachers do better with certain groups and have difficulty managing others within the same institution. Similarly, some groups learn better with some teachers and almost nothing with others even though they have the same professional profile. Nor group neither individual learners are the same. Girls have very different attitudes towards school in comparison to boys. Likewise, learners with difficulties do not place the same importance on learning as learners who are comfortable with learning. Therefore, it is necessary to set up clear rules and codes that are accepted by everybody to promote the construction and development of intersubjectivity in the school environment as elsewhere. Interaction between the different dimensions of the environment within which the learner evolves determines his (or her) sociability.

5 THE BASICS AND PRINCIPLES OF NEURO-PEDAGOGICAL LEARNING

Neuropedagogy is based on a set of general rules and norms, that can guide classroom work, issued from the results of research on brain functioning. This practice of making a stand by objection has been applied in active pedagogy, from Decroly to Montessori via Freinet or Makarenko; each school of thought specifies the bases, lays down the rules, and determines the principles to respect in classroom practice. Neuro-pedagogy draws its theoretical references from cognitive sciences, this field of study tries to adapt its findings to the reality of the classroom and to the act of putting activities into the teaching-learning process. These sciences stipulate that all learning involves some fundamentals such as attention, active engagement, feedback, and consolidation.

5.1 LEARNING BASICS

1- Attention, a complex cerebral activity, incorporates an operation of information selection from the environment according to the internal state of the subject matter. Selection is necessarily exclusive because it proceeds by elimination to retain only the selected elements and concentrate on them for an in-depth examination. Far from being a simple operation, the attention mechanism consists of three consecutive and serial subsystems, namely: alert, guidance, and executive control.

The attention of the learner is a must; there can be no learning without attracting the attention of the person to be taught. It is necessary to mention that learning while being distracted is an illusion (the case of using a smartphone in the classroom). The brain cannot perform two learning activities at the same time because its conscious mode of operation is strictly serial. The prefrontal cortex makes choices and can only pay attention and focus on one activity at a time. Hence, the importance of contextualizing scenarios in the classroom and the teacher's effect in alerting the learner, capturing his (or her) attention, and getting the learner to focus actively on the task.

Executive control plays an inhibiting role in both behavioral and cognitive levels in relation to pre-scientific or common sense representations. Indeed, cognitive control and inhibition are linked in a way to constitute the brain discipline. Learning does not only mean adding or acquiring new knowledge but also blocking automated behaviors, habits, temptations, distractions, strategies, and misrepresentations to be able to adapt to the demands of a new or unprecedented situation. Moreover, research on conservation in the Piagetian theory presented by Houdé and others (2011) showed that, contrary to the students who did not accomplish the number conservation test, cerebral areas (the right ventrolateral prefrontal cortex), which are related to inhibition, were activated for those who passed the conservation test successfully. This study, which presented the results of previous research (Joliet et al., 2009; Leroux et al., 2006; Leroux et al., 2009; and Bull, Espy, Wiebe, Sheffield & Nelson, 2011) in the same sense, also demonstrated significant activation of intraparietal furrows for students who completed the task successfully.

This cerebral zone is also involved in the semantic and symbolic processing of numbers. In other words, students who have developed number conservation skills in the Piagetian sense activate the intraparietal sulcus required for the understanding of numbers, in addition to the ventrolateral prefrontal cortex associated with the development of inhibition. It would seem that these results mean that the acquisition of numbers conservation function demands the ability to inhibit perceptual, intuitive, and erroneous responses (Bjorklund & Harnishfeger, 1990; Dempster & Brainerd, 1995; Houdé, 2000). The consequences for school learning are consistent with the importance given to the development of inhibition capacity among students since their integration of educational institutions. Indeed, research by Lubin and others (2012) focused on the development of this capacity for mathematics and spelling in the primary cycle (6 to 11 years old students). These researchers provided students with tools that enable cognitive control of errors after identifying repeated errors during the learning of certain notions in mathematics and language. The results of this research highlighted the importance and relevance of learning with inhibition by teaching students to inhibit some strategies or wrong answers, compared to conventional learning activities that are unable to help students to overcome mistakes that have been made repeatedly for generations.

2- Passivity cannot lead to meaningful learning. Hence, the need for active engagement. Confronting learners with a difficulty or a challenge by creating an imbalance or a contradiction in their knowledge is a way among others to mobilize them. The teacher should amaze learners, disturb their conviction, demand explanations to move them from common knowledge to scientific knowledge, from a mythical-magical thought to logico-philosophical thinking. The learning brain is at its optimal performance and activation when faced with a reasonable challenge that can even involve sustained effort. To maintain attention and commitment, the balance between the abilities of learners and the demands of the situation on the one hand, and the progression of motor, cognitive and metacognitive challenges, on the other hand, are mandatory.

3- The attentive and committed learner can not be the sole judge of his actions and activity. An external witness is essential to estimate performance, which is the result of analysis of the situation, the mental elaboration of the response, and finally,

the implementation of the answer. Introspection plays a significant role in the evaluation of the results and the situation. For this reason, introspection must be trained beforehand. Knowledge of the outcome or feedback is essential to evaluate, reframe, revise, and review performance. Therefore, the error is constitutive of learning and an evidence of the learner's activity; those who do not make mistakes are those who are passive and do not learn. Teaching based on simple transmission does not involve the same brain areas as teaching that is driven by comprehension. The latter way of teaching encourages the learning brain to make hypotheses (which may be erroneous), to prepare its response accordingly, and to execute it. The learner's feedback allows him to compare his performance with the appropriate response, to revise his hypothesis partly or totally according to the perceived gap between the two. To respond to a problem situation, the brain functions cyclically and serially: Hypothesis, execution, feedback, evaluation, and a new hypothesis. Teachers need to integrate a positive representation of error in their intervention since it is fundamental to meaningful learning and to point out the mistake in an unequivocal manner and without contempt, mockery, or desolation making it a vector of progress by overcoming its fertile and fertilizing pitfalls.

4- Automate and strengthen acquired knowledge: Repetition is the watchword of all learning that seeks efficiency, speed, and energy saving. It is repetition that leads to automation, which means the release of the prefrontal cortex from the total support of the automated activity. Gradually and at the time of getting the appropriate answer, the posterior areas of the brain, as well as subcortical centers, take over (at least) the executive part of the response, leaving the prefrontal cortex to decide whether to start or stop the operation. Nevertheless, if the learner does not perform the previous steps correctly and automates an inappropriate response, as a result of the insufficient engagement, poorly executed control, and non sufficient or inexistent feedback, an unlearning phase would be required to progress. The unlearning of already automated erroneous responses involves the inhibitory control that reactivates the prefrontal cortex, which is essential to bring out the automatisms of the sub-cortical and posterior centers of the brain for further processing by new neuronal circuits before their consolidation. Brain imaging studies carried out on the subject have shown that the change of reasoning mode, face to a problem situation involving a switch from an automated but erroneous approach to a new and more appropriate one, is supported at the cerebral level by the transition of the activated areas from the brain posterior part to the prefrontal cortex. The correction of already automated errors is quite costly on the cognitive level and takes more time because it is the result of a pricey dislocation of the circuits established during the first automation and the establishment of new neuronal milestones matching the recent response. From the academic perspective, this means that the teacher has to spend a little more time on error detection and correction if he wants to achieve intelligent learning.

5.2 LEARNING PRINCIPLES

1ST PRINCIPLE: LEARNING INVOLVES THE WHOLE BEING

Learning involves the whole being. The brain receives information to be processed through the senses. Hence, the importance of making the body eager to learn, to give, and to receive. The importance of physical activity in improving learning is evident since physical exercise that precedes a demanding intellectual task makes the brain more alert. A balanced diet benefits learning. Both undernutrition and malnourishment are at the detriment of learning ability; a diet that is too rich in carbohydrates is harmful to the learner. Besides, mistreatment, over-pressure, insecurity, and non-recognition force the brain to search for defense strategies that consume too much energy and take up too much time from learning and understanding. Long-term stress, anxiety, or threats do not only reduce the ability to understand and learn but more seriously, they affect the brain structure and functioning mode.

2ND PRINCIPLE: CO-LEARNING IS A MUST

Learning on a solitary basis is both uncommon and expensive. The learner imitates, observes, receives knowledge, evaluates it, and compares it to his pre-acquired notions. Interaction is essential for intelligent and meaningful learning. The environment of learning influences the significance of learned concepts and contributes to the building of a better acceptance of others and their differences.

3RD PRINCIPLE: LEARNING MUST BE MEANINGFUL

Setting learning goals to help learners set their own goals is essential and increases motivation and commitment. Blind learning and passivity disempower, demotivate, and make the learner feel like a puppet or a pawn.

4TH PRINCIPLE: THE LEARNING ACTIVITY MUST PRESENT THE NEW INFORMATION AFTER THE OLD ONE

New notions are better perceived when linked with concepts that are already stored and stamped in memory. This linking facilitates the act of structuring and reorganizing the connections that the brain undertakes each time confronted with new knowledge and prevents the brain from being completely confused and disoriented.

5TH PRINCIPLE: LEARNING MUST BE FUN

Giving the desire and the joy of learning motivates the learner, encourages active engagement, and pushes back fatigue for a considerable time. Creating a welcoming, caring, and equitable climate where all participants have proper treatment enhances motivation, values efforts without making fun of mistakes, and maintains self-esteem. Learning with pleasure and happiness does not mean being lax but simply being strict without being rude.

6TH PRINCIPLE: LEARNING REQUIRES SUSTAINED ATTENTION

Attention is a necessary but not sufficient condition for learning because alone, it cannot guarantee understanding. The ability of the student to stay focused depends on several factors like age. Each age has attention abilities and concentration duration that increase with age. Hence, the need to switch moments of teaching with moments of relaxation (humor). The construction of knowledge is a complex and laborious work, and one of the roles of the teacher is to be a facilitator to knowledge development.

7TH PRINCIPLE: ERROR-FREE LEARNING IS A RED HERRING

Chasing mistakes by considering them as a failure or punishing them leads to passive, uninteresting, and boring learning that is without sense or value. A learner who makes a mistake is a learner who tries hard, and the error informs the teacher on the process and mechanisms of understanding much more than the correct answer that is a muted response to the question. Making a mistake leads to a re-examination of the process of interpretation, then to reflection and metacognition.

8TH PRINCIPLE: THE LEARNING PROCESS MUST ENGAGE THE LEARNER IN THE ACTIVITY

Passivity cannot lead to the construction of meaningful knowledge since the students obtain significant learning when they feel that they are the actors of their learning activity and not subjects or receptors of few notions that are sometimes disjointed. The brain is at its best when confronted with challenges, variety, real problems, or at least realistic and contextualized problems. It prefers the procedural to the declarative, variable to routine, unpredictable to customary; otherwise, it stalls and disconnects.

9TH PRINCIPLE: EACH PERSON IS UNIQUE

Each brain evolves at its own pace. The rhythm of development (biology), experience (psychology), and knowledge (learning) of each cerebral system is different. Consequently, knowledge is distinct, and preferences influence the attitude towards learning.

10TH PRINCIPLE: "EMOTIONS ARE THE BASIS OF EVERY LEARNING"¹

Learning with pleasure and happiness and giving the joy of learning is the foundation for meaningful and sustainable knowledge. These delights are considered as pure pleasures provided by science just as the thrill of solving a mathematical problem, the amusement of studying, aesthetic pleasure, and the entertainment of thinking among others. Positive emotions, encouragement, active listening, and acceptance of difference put the brain in a state of thirst, and hunger for learning. On the other hand, negative emotions, bullying, physical or verbal humiliation are hurtful to the brain and consequently to cognitive

¹ Platon.

processes such as learning and memory. Likewise, the sentiments of the teachers, and their effects on the quality and effectiveness of the intervention, availability, and ability to interact positively with learners, must be taken into consideration.

11TH PRINCIPLE: REPETITION IS MANDATORY FOR LEARNING

Without repetition, it would be difficult for the learning brain to perceive the nuances of speech, to follow the reasoning, to capture the multiple aspects of an exposed experience of reality, to establish links between notions, concepts, and meanings, and to develop reasoning skills and understanding of the world. Repetition stimulates and activates memorization. Without repetition, it would be impossible to achieve the automation that frees the cortical centers of new learning, and without it; memorization would be impossible, and students must repeat learning activities each time. Given the number of repetitions, the capacity of assimilation, and integration of content and procedures are not the same and cannot be the same for each learning brain. Trying to submit all the students to the rules and put them under the same compactor would be damaging to the whole class.

6 CONCLUSION

Intelligent learning is a complex process that is carried out by each learner in his (or her) own way; successful learning requires, among other things, knowledge of the mechanisms and involved steps and not the expected results that may appear or give the illusion of being the same for all learners. Today's school places importance on the outcome of understanding more than on the process behind this understanding. Awareness of the importance of the learning pathway and considering it in the teacher's pedagogical and didactic approach could encourage the teacher to change his attitudes, his intervention, and his evaluation. It is essential for the learner to be supported in his efforts to understand and to validate the results of this process in a clear, rigorous yet gentle manner, which is a condition to help him progress at his own pace. The learner's development needs to be in front of a strict, rigorous, firm, fair, and above all, caring and not unpleasant teacher. Emotional processes have as much importance as cognitive processes in learning and development. Therefore, the school must make available and offer an ecosystem that is operationally rich, organized, demanding, and positive in its perception of error, but also welcoming, caring, and emotionally balanced to learners. The school has to stimulate the will to learn, to direct executive control in order to trigger the biological system of healthy learning. By choosing ways to awaken, involve, and surprise learners when necessary, without stigmatizing, or paralyzing their efforts by provoking feelings of powerlessness and repugnance towards the activity, it is possible to renew the success of the school and mobilize it for society.

The learning brain does not like routine; on the opposite, the learning brain is at its best in new and reasonably challenging situations. Surprising and astonishing the learning brain can trigger a set of questions about oneself and the world and thus initiate the learning process. In fact, as Jobert and Thievenaz (2014) pointed out, "it is through the experience of astonishment that human beings 'wake up startled' and discover that other ways of thinking and acting are possible, or that they will have to change something to adapt to the changes and demands of the situation." Astonishment can be an excellent trigger for a learning process or even an independent research process in response to a problematic or a new context.

REFERENCES

- [1] DWORCZAK, F. Neurosciences de l'éducation: cerveau et apprentissages, éditions L'Harmattan, 2004.
- [2] Hardiman M, Rinne L, Gregory E, Yarmolinskaya J. Neuroethics, Neuroeducation, and Classroom Teaching: Where the Brain Sciences Meet Pedagogy. Neuroethics 2012.
- [3] Howard-Jones PA. Neuroscience and education: myths and messages. Nat. Rev. Neurosci. 2014.
- [4] AJCHENBAUM-BOFFETY, B; LENA, P. Éducation, sciences cognitives et neurosciences: quelques réflexions sur l'acte d'apprendre. Paris: Presses universitaires de France, 2008.
- [5] GAGNON Jacques, Cerveau.net: l'organisation et le fonctionnement de notre cerveau, Editions Multimondes, 2010.
- [6] STORDEUR, J. Comprendre, apprendre, mémoriser. Les neurosciences au service de la pédagogie, Édition De Boeck, 2014.
- [7] Sigman M, Peña M, Goldin AP, Ribeiro S. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. Nat. Neurosci. 2014.
- [8] TARDIF, E; Doudin, P-A. Neurosciences et cognition: perspectives pour les sciences de l'éducation, De Boeck supérieur, 2016.
- [9] Universalis E. Sciences cognitives [Internet]. Encycl. Universalis [Online] Available: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/sciences-cognitives/>.
- [10] HOUDÉ, O. *Le raisonnement*, collection "Que sais-je" n° 1671, Éditions PUF, 2014.
- [11] KARSENTI, T.; SAVOIS-ZAJC, L. *La recherche en éducation: étapes et approches*, Éditions du CRP, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation. 2004.

- [12] AUGUSTINE, G; FITZPATICK, D; HALL, W; LAMANTIA, A-S; PURVES, D; WHITE, L. Neurosciences, de boeck supérieur, 2015.
- [13] DELLA CHIESA, B. Comprendre le cerveau – naissance d’une science de l’apprentissage, Paris: OCDE/EDP Sciences, 2002.
- [14] "Neurosciences et pédagogie", *Les Cahiers pédagogiques*, n°527, Février 2016.
- [15] Houdé, O., Borst, G. (2018). *Mon cerveau*. Paris: Nathan.
- [16] Masson, S. (2016). Pour que s’activent les neurones. *Cahiers pédagogiques*, 527.
- [17] OCDE (2002), Comprendre le cerveau: vers une nouvelle science de l’apprentissage, OCDE, Paris.
- [18] CERI (2010). Comment apprend-on ? La recherche au service de la pratique. Paris: Editions OCDE.
- [19] OCDE (2006), Personnaliser l’enseignement, OCDE, Paris. OCDE (2007), Comprendre le cerveau: naissance d’une science de l’apprentissage, OCDE, Paris.
- [20] PARENT, André. *Histoire du cerveau: de l’Antiquité aux neurosciences*. Québec: Presses de l’université Laval; Lyon: Chronique sociale, 2009.
- [21] Bouin, N. (2018). *Enseigner: apports des sciences cognitives*. Futuroscope: Editions Canopé.
- [22] Astolfi, J.P. (1997). *L’erreur, un outil pour enseigner*. Issy-les-Moulineaux: ESF Éditeur.
- [23] "Zone of proximal development". VYGOTSKY, L.S., *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribnerand, & E. Souberrnan, Eds.). Cambridge, MA, Harvard University Press, 1978.
- [24] Dehaene, S. (2013). Les quatre piliers de l’apprentissage, ou ce que nous disent les neurosciences. *ParisTech Review*, 7 novembre 2013, [Online] Available: <http://www.paristechreview.com/2013/11/07/apprentissage-neurosciences>.
- [25] BARBARA, Jean-Gaël. La naissance du neurone: la constitution d’un objet scientifique au XXe siècle. Paris : J. Vrin, 2010.
- [26] Brown, P., Roediger, H., McDaniel M. (2016). Mets-toi ça dans la tête ! Les stratégies d’apprentissage à la lumière des sciences cognitives. Genève: Editions Markus Haller.
- [27] Houdé, O. (2016). Pour une pédagogie scientifique: allers-retours du labo à l’école. *Revue de l’A.F.A.E.*, 2016.
- [28] Toscani, P. (2017). Les neurosciences de l’éducation – De la théorie à la pratique de classe. Lyon: Chronique Sociale.
- [29] Houdé, O. (2013). *La psychologie de l’enfant*. Paris: PUF.
- [30] John Hattie, Visible learning [Online] Available: <http://visible-learning.org/fr/john-hattie-classement-facteurs-reussite-apprentissage/>.
- [31] Le cerveau à tous les niveaux [Online] Available: <http://lecerveau.mcgill.ca/intermediaire.ph>.

Pour une étude didactique inclusive du rapport au savoir: Cas du rapport des enseignants des mathématiques au théorème de Pythagore

[For an inclusive didactic study of the relationship to knowledge: Case of the relationship of mathematics teachers to the Pythagorean theorem]

Israël Disashi Kabadi¹, Boniface Engombe Wedi², Alain Kuzniak³, and Jean-Jacques Kapenga Kasonga⁴

¹Professeur Associé, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

²Professeur Ordinaire, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

³Professeur des Universités, Université Diderot, Paris 7, Paris, France

⁴Professeur Ordinaire, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2021 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 shows the necessity that there is, in an inclusive didactical study of the relationship to knowledge, to rely on a triangulation of theoretical approaches relating to the latter, through a case study, in particular that of the relationship to the Pythagoras's Theorem, which study gave rise to the definition of a normative relationship, in acronym **NiPADiS**, for any knowledge and relative to the triangulation of theoretical approaches, namely anthropological, didactical and sociological approaches, to the relationship to knowledge.

KEYWORDS: Didactical Mathematics, Teaching Science, Relationship to knowledge, Institutional competences, 3C relationships, Social attitudes, level scale, NiPADiS, Pythagoras's theorem.

RESUME: Cet article montre la nécessité qu'il y a, dans une étude didactique inclusive du rapport au savoir, à se reposer sur une triangulation d'approches théoriques relatives à ce dernier, au travers d'une étude de cas, notamment celui du rapport au théorème de Pythagore, laquelle étude a donné naissance à la définition d'un rapport normatif, en sigle **NiPADiS**, pour un savoir quelconque et relativement à la triangulation d'approches théoriques, notamment les approches anthropologique, didactique et sociologique, du rapport au savoir.

MOTS-CLEFS: Didactique des mathématiques, Didactique des sciences, Rapport au savoir, Compétences institutionnelles, Rapports de 3C, Attitudes sociales, Echelle des niveaux, NiPADiS, Théorème de Pythagore.

1 INTRODUCTION

Nous entendons par *étude didactique inclusive* (en sigle EDI) du rapport à un savoir donné, toute étude prenant en compte la détermination non seulement du rapport de l'apprenant (l'élève) mais également celui de l'enseignant audit savoir en vue de percevoir leur conformité ou non au rapport de l'institution où ils sont. Ceci a l'avantage d'avoir une meilleure perception des raisons du niveau bas d'un apprenant à un savoir en jeu, et d'envisager la mise en place d'une ingénierie didactique évolutive du rapport audit savoir.

Pour illustrer ce qui précède, nous présentons ci-dessous, l'étude faite pour déterminer les raisons réelles et profondes des échecs des élèves en mathématiques, plus particulièrement dans des situations d'enseignement/apprentissage mettant en jeu le théorème de Pythagore. En effet, nous avons choisi, d'une part, le théorème de Pythagore par le fait qu'il est un invariant

macroscopique; et d'autre part, la triangulation d'approches théoriques du rapport au savoir, étant donné que la complexité et la surdétermination des phénomènes éducatifs ont permis de plaider [NGONGO DISASHI, 1999] pour une triangulation des méthodes et techniques dans une recherche scientifique.

2 CADRE THÉORIQUE ET PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Le concept de *rapport au savoir* étant au centre [MAURY & CAILLOT, 2003] des situations d'enseignement/apprentissage, il s'avère que, d'abord il se construit pour chaque individu et évolue de sorte que l'échec scolaire [CHARLOT, 1984] d'un élève se comprend dans comment se constitue son rapport au savoir d'un côté, et comment s'articulent les différents niveaux de ce rapport, de l'autre côté; ensuite, il peut être influencé lors des dites situations d'enseignement/apprentissage, et enfin, il intéresse au premier plan les didacticiens de toute discipline scolaire.

Une étude réalisée [DISASHI KABADI, 2012] dans une triple approche du rapport au savoir a permis de constater que le rapport des élèves congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore a été de niveau bas, et ceci quelle que soit l'approche théorique y utilisée, de la manière ci-après, tout en sachant que l'auteur a pris soin d'y définir une échelle de trois niveaux du rapport au savoir notamment Bas, Moyen et Elevé:

- L'approche anthropologique (macrodidactique) [CHEVALLARD, 1992] avec pour indicateurs anthropologiques du rapport au théorème de Pythagore les *compétences institutionnelles*¹ sur ce dernier. L'entrée de ce rapport est prééminente du côté du sujet cognitif.
- L'approche didactique [DISASHI KABADI, 2012, 2017] avec pour indicateurs didactiques du rapport au théorème de Pythagore les *rapports de 3C* de ce dernier. L'entrée de ce rapport est du côté du savoir.
- L'approche sociologique [CHARLOT, 1997] avec pour indicateurs sociologiques du rapport au théorème de Pythagore les attitudes sociales² à ce dernier. L'entrée de ce rapport est du côté du sujet psychosocial.

Cette échelle³ comprend trois niveaux, notamment le niveau « *Elevé* », celui « *Moyen* » et celui « *Bas* », sous certaines conditions comme ci-après:

(1). Sur le plan anthropologique:

- Le niveau « *Elevé* »: La présence de toutes les trois compétences institutionnelles du théorème de Pythagore.
- Le niveau « *Moyen* »: La présence de deux de trois compétences institutionnelles du théorème de Pythagore.
- Le niveau « *Bas* »: La présence d'au plus une des trois compétences institutionnelles du théorème de Pythagore.

(2). Sur le plan sociologique:

- Le niveau « *Elevé* »: La présence de l'attitude d'adhésion (i.e. d'implication).
- Le niveau « *Moyen* »: La présence de l'attitude nuancée.
- Le niveau « *Bas* »: La présence d'une des attitudes autres que celle d'adhésion ou celle nuancée.

(3). Sur le plan didactique:

- Le niveau « *Elevé* »: La présence de tous les *rapports de 3C*.
- Le niveau « *Moyen* »: La présence de deux des *rapports de 3C*.
- Le niveau « *Bas* »: La présence d'au plus un des *rapports de 3C*.

Ceci nous a permis de réfléchir sur le questionnement suivant:

Q: « Quelles seraient les raisons réelles et profondes dans le contexte congolais (et particulièrement kinois) du niveau bas du rapport d'un élève congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore ? ».

Pour cette étude visant l'objectif de perception des raisons réelles et profondes du niveau bas du rapport d'un élève congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore, deux raisons potentielles ont émergé dans notre esprit,

¹ Ces *compétences institutionnelles* du théorème de Pythagore sont reprises dans l'annexe 1 de cet article.

² CHABCHOUB, A. : Rapports aux savoirs scientifiques et culture d'origine. In B. CHARLOT (Dir), *les jeunes et le savoir : perspectives internationales* (pp. 117-131). Anthropos, Paris, 2001.

³ DISASHI KABADI, I. : « *Le rapport au savoir des élèves congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore* », Mémoire de DEA présenté et soutenu à la chaire UNESCO de l'Université MARIEN-NGWABI, Brazzaville, 2012.

notamment, « l'inadaptation des programmes d'enseignement » d'une part, et « la déficience tant qualitative que quantitative des problèmes d'enseignement/apprentissage proposés aux élèves ».

Nos analyses faites [DISASHI KABADI, 2012], sur non seulement le programme national de l'enseignement secondaire mais également les manuels scolaires, concernant du moins le théorème de Pythagore, ont reflété que si le discours officiel de l'enseignant a été consolidé par son discours ostensif en classe, l'élève aurait développé un bon niveau de rapport au savoir, surtout sur le plan anthropologique et didactique; et de justesse sur le plan sociologique du fait qu'il y avait un seul chapitre contenant des exercices relatifs aux situations de la vie, ceci étant préjudiciable à l'émergence d'une bonne attitude au savoir visé. Toutefois, les programmes d'enseignement nous ont semblé être adaptés, du moins en ce qui concerne l'objet élémentaire de savoir sur lequel se sont basées nos investigations, puisque sur les 164 exercices proposés aux élèves, il y a eu:

- Selon l'approche anthropologique, 130 pour **C. β_2** , 35 pour **C. β_1** et 8 pour **C. α^4** .
- Selon l'approche didactique, 97 pour **Rap2**, 37 pour **Rap3** et 7 pour **Rap1**.

Ceci nous a permis de constater qu'une piste fondamentale de découverte des raisons réelles et profondes du niveau bas du rapport d'un élève congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore reste celle de la qualité et/ou la quantité des problèmes d'enseignement/apprentissage dudit théorème et auxquelles l'élève aurait été soumis par l'enseignant.

D'où pour atteindre notre objectif, nous avons dirigé nos investigations par l'idée suivante:

H: « Le niveau bas du rapport au savoir d'un élève congolais de 4^e année secondaire au théorème de Pythagore serait lié à la qualité et/ou la quantité déficiente des problèmes d'enseignement et apprentissage auxquels il a été soumis durant son parcours scolaire ».

Le cadre théorique adopté ici repose sur cette triangulation d'approches théoriques du rapport au savoir, notamment l'approche anthropologique, celle didactique et celle sociologique, cette dernière ayant servi particulièrement à l'appréciation du rapport au théorème de Pythagore pour les enseignants qui n'auraient pas effectivement enseigné ledit théorème à leurs élèves durant leur carrière professionnelle.

3 MÉTHODOLOGIE

La découverte du discours ostensif de l'enseignant des mathématiques en classe de 4^{ème} année secondaire, lequel discours a pu faciliter la détermination du niveau du rapport de l'enseignant concerné au théorème de Pythagore, a été réalisée à l'aide de la méthode d'enquête et de sondage. En effet, cette dernière nous a paru judicieuse pour la récolte des points de vue personnels des enseignants de mathématiques concernant leurs connaissances, attitudes ou comportements et éventuellement les difficultés potentielles de leurs élèves eu égard, en particulier, aux compétences institutionnelles du théorème de Pythagore. La méthode documentaire nous a permis de réunir les documents nécessaires pour la réalisation de l'état de la question relative à la problématique de cette étude.

La technique d'analyse de contenu a été utile pour la perception des données permettant d'utiliser au besoin les tests statistiques, notamment le test logarithmique de SPITZ et le test de Khi-Deux, afin de valider ou non notre hypothèse. La technique du questionnaire et de l'opinionnaire, quant à elle, a facilité la récolte des données relatives au rapport des enseignants, de notre échantillon, au théorème de Pythagore. En effet, le questionnaire, au travers d'une suite des variables transformées en question, a permis de recueillir les informations nécessaires à la vérification de notre hypothèse de recherche, tandis que l'opinionnaire a facilité le recueil des informations relatives aux opinions des enseignants de mathématiques, et de découvrir leurs attitudes au théorème de Pythagore. Notre questionnaire de recherche comporte 13 items regroupés en deux parties dont l'une concerne ce que les élèves auraient appris sur le théorème de Pythagore, tandis que l'autre concerne spécialement ce que pourraient connaître les enseignants au sujet du théorème de Pythagore.

En outre, nous avons pris en compte certaines théories, telles que celle des aspects de la géométrie [BKOUCHE, 2006] notamment l'aspect intuitif, celui rationnel et celui instrumental; puis celle des paradigmes géométriques [KUZNIAK, 2004] notamment la Géométrie I (GI=Géométrie naturelle), la Géométrie II (GII=Géométrie axiomatique naturelle) et la Géométrie III (GIII=Géométrie axiomatique formaliste); ensuite celle du jeu géométrique [CHEVALLARD et JULLIEN, 1991] des sur-sous-figures, et enfin celle du jeu des cadres [DOUADY, 1992], pour l'étude des exercices et exemples issus des enseignants sur le théorème de Pythagore. Quelques variables didactiques et sociologiques ont été mises aussi à profit dans cette étude.

⁴ C. α , C. β_1 et C. β_2 sont les compétences institutionnelles du théorème de Pythagore et qui sont reprises dans l'annexe 1 de cet article.

Toutefois, certaines considérations ont été mises en place pour faciliter au besoin certaines de nos analyses en vue, et de la manière ci-après :

(1). Dans le cadre des aspects de la géométrie :

- Tout ce qui relève du calcul direct de la racine carrée, avec ou sans référence explicite au triangle rectangle dont soit les données sont des valeurs approchées, soit l'apparence est proche de la réalité, sera mis au compte de l'aspect intuitif.
- Tout ce qui relève du calcul indirect de la racine carrée, avec ou sans besoin implicite de faire une construction géométrique, sera mis au compte de l'aspect rationnel.
- Tout ce qui relève du besoin explicite de faire une construction géométrique sera mis au compte de l'aspect instrumental.

(2). Dans le cadre du jeu géométrique défini par CHEVALLARD :

« Tout ce qui relève de l'usage d'une sur-sous-figure et/ou des cas de conjectures [Cas de proximité de la réalité ou de petites valeurs entières (inférieures ou égales à 9) ou décimales données] sera mis au compte du jeu géométrique.

Considérant que, d'une part, le niveau du rapport d'un élève congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore ne dépend pas du cadre théorique parmi les trois concernés dans notre triple approche théorique adoptée ci-dessus, et d'autre part, les réponses des enseignants à notre questionnaire d'enquête peuvent être affectées par une espèce de manque de motivation personnelle et à causes multiples, nous avons jugé opportun de contribuer à la réparation de cette situation en définissant une application devant nous permettre de trouver uniformément le niveau du rapport au savoir de chaque individu dans notre triple approche théorique, comme ci-après :

« Le *Niveau Prépondérant Anthro-Didactico-Sociologique* (en sigle **NiPADiS**) d'un individu est le niveau prépondérant maximal de son triplet des niveaux du rapport au savoir déterminé à l'issue d'une étude basée sur la triple approche théorique, plus précisément les approches anthropologique, didactique et sociologique du rapport à un savoir donné et par le biais d'une enquête. » [DISASHI KABADI, 2019].

Ainsi, le niveau du rapport d'un enseignant de mathématiques sera déterminé au moyen de son **NiPADiS**, pour cette étude.

Nous présentons ci-après le choix des items de notre questionnaire de recherche, lequel choix est motivé par l'objectif de notre étude :

- Pour identifier le nombre d'enseignants qui ont enseigné le théorème de Pythagore, nous nous sommes servi des items I.A/B et I.B4.
- Pour identifier le nombre d'enseignants sur base de leur perception des tâches institutionnelles du théorème de Pythagore (et donc leur rapport à ce théorème) ainsi que le nombre de ceux qui les ont fait exécuter à leurs élèves, nous avons choisi les questions de la manière ci-après, dans le but d'analyser respectivement leurs exemples de la colonne relative aux exercices donnés, ainsi que leurs réponses à la colonne relative à question « oui ou non » :
 1. Pour la tâche **C.α** : l'item **I.B1.1**.
 2. Pour la tâche **C.β₁** : l'item **I.B1.2**.
 3. Pour la tâche **C.β₂** : l'item **I.B1.3**.
- Pour une appréciation complémentaire des situations d'enseignement/apprentissage soumises aux élèves, nous allons exploiter les exercices (exemples) donnés par les enseignants dans les items I.B1.1, I.B1.2 et I.B1.3 ; ainsi que dans, éventuellement, les fiches de préparation de leçons issues de la question II.E, dans le but d'observer par exemple les paradigmes géométriques, les variables didactiques ainsi que les aspects géométriques mis en jeu.
- L'item I.B5 nous permet d'avoir le nombre d'enseignants qui auraient respecté le programme officiel quant aux attentes de l'état congolais relativement à l'enseignement du théorème de Pythagore. L'item I.B3 va nous apporter quelques réalités devant faciliter notre appréciation de la maîtrise et/ou la connaissance des attentes de l'état congolais sur l'enseignement dudit théorème par les enseignants.
- Pour identifier le nombre d'enseignants ayant utilisé les manuels scolaires les plus recommandés pour l'enseignement des mathématiques, nous avons choisi l'item I.B2.
- La question I.B4 nous permet de connaître le nombre d'enseignants qui potentiellement peuvent nous fournir une fiche de préparation d'une leçon sur le théorème de Pythagore avec la possibilité qu'ils l'aient enseigné aux élèves de notre échantillon relatif à l'étude faite dans le cadre du mémoire de DEA.

- Pour l'identification du rapport du rapport des enseignants de mathématiques au théorème de Pythagore, nous nous sommes servi d'une triple approche théorique ci-haut précisée, de la manière suivante:
 1. Pour l'approche sociologique, nous avons choisi d'exploité les réponses issues des items II.A, II.B, II.C et II.D.
 2. Pour l'approche anthropologique et celle didactique, nous avons choisi d'exploiter les exemples issus des items I.B1.1, I.B1.2, I.B1.3 et/ou des fiches de préparation issues de l'item II.E afin de découvrir respectivement le nombre des compétences institutionnelles, celui des rapports de 3C, celui des variables didactiques (voir Tableau 1), celui des paradigmes géométriques et celui des aspects de la géométrie qui ont été mis en jeu.

Notre questionnaire a été administré sur un échantillon de 1^{er} niveau, notamment les enseignants qui donnent le cours des mathématiques dans les 22 écoles choisies par strates lors de notre étude sur le rapport d'un élève congolais de 4^{ème} année secondaire au théorème de Pythagore, cela dans le cadre bien sûr de notre mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies.

Tableau 1. Les variables didactiques observables

N° d'ordre	VARIABLES DIDACTIQUES	CODE	CONDITIONS D'ATTRIBUTIONS DU CODE	ITEMS CONCERNES
1.	Le Dessin	DR	Pas de contradiction entre les informations fournies par le dessin et le texte dans chaque situation d'enseignement /apprentissage (SEA) donnée par un enseignant de maths.	I.B1.1 ; I.B1.2 ; I.B1.3 ; et II.E.
		DNR	Dans le cas contraire du code DR.	
2.	La situation du problème	SM	L'enseignant a fourni une situation mathématique.	
		SV	Dans le cas contraire du code SM	
3.	La multiplicité d'Application du théorème de Pythagore	AS	La SEA donnée par l'enseignant nécessite une application seulement du théorème de Pythagore pour atteindre le résultat.	
		AM	Dans le cas contraire du code AS.	
4.	L'ensemble de référence	EN	La SEA utilise les nombres naturels.	
		EQ	La SEA utilise les nombres rationnels.	
		Autre	La SEA utilise les nombres réels et/ou les lettres.	
5.	La méthode proposée	MA	Une méthode algébrique est proposée aux élèves.	
		MG	Une méthode géométrique est proposée aux élèves.	

Légende : SEA = Situation d'Enseignement/ Apprentissage.

Tableau 2. Présentation synthétique de l'échantillon

R.G. T.E.	PUBLIC		PRIVE		PUBLIC CONF.		TOTAL	
E.G.	- KE05 ⁵	3	- KE02	2	-KE07	1		
			- KC1	2	-KE08	1		
					-KE11	2		
					-KO1	1		
		3		4		5		12
E.N.	-KE06	2	-KE03	2	-KE10	0		
	-KC2	2	-KO4	1	-KC5	1		
		4		3		1		
								8
E.T.P.	-KC3	1	-KE01	1	-KE09	3		
	-KO5	3	-KC6	0	-KC4	2		
	-KE04	1	-KO3	2	-KO2	1		
		5		3		6		
								14
TOTAL								
		12		10		12		34

Légende:

T.E. = Type d'Enseignement.

R.G.= Régime de Gestion.

E.G. = Enseignement Général.

E.N. = Enseignement Normal.

E.T.P. = Enseignement Technique et Professionnel.

KE = Kinshasa-Est, une des divisions d'Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel.

KC = Kinshasa-Centre, une des divisions d'Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel.

KO = Kinshasa-Ouest, une des divisions d'Enseignement Primaire, Secondaire, et Professionnel.

PUBLIC CONF. = Public Confessionnel.

4 LES RÉSULTATS

Il sied de préciser ici que, dans le but de maximiser les données attendues dans cette recherche, l'anonymat pris en compte dans notre questionnaire a pu faciliter l'obtention des productions d'au moins une trentaine d'enseignants, en dépit de la présence des résistances rencontrées auprès de certains d'entre eux. En effet, cet échantillon est diversifié tant du point de vue âge (allant de 34 à 64 ans), du point de vue ancienneté (allant de 3 à 34 ans), du point de vue qualification (allant de D6 à L2), du point de vue Division de l'EPSP (Division KIN-EST, Division KIN-CENTRE et Division KIN-OUEST), du point de vue Régime de gestion (PUB, PUBCONF et PRI), que du point de vue Type d'enseignement (E.T.P, E.N et E.G), mais malheureusement, pas du point de vue sexe faute de présence de copie de genre féminin parmi les copies reçues des enseignants.

Ceci témoigne que la passation dudit questionnaire n'a pas été facile. Néanmoins, nous étions contraint à nous entretenir suffisamment avec les enseignants rencontrés moyennant des encouragements de nature à minimiser tant leurs craintes que leurs exigences afin qu'ils soient plus ou moins à l'aise pour répondre à notre questionnaire. Nous avons pu enregistrer 66

exercices fournis par les 34 enseignants qui ont participé activement à la remise de leurs copies du questionnaire de recherche. Ces exercices, une fois analysés, nous ont conduit respectivement aux constats et résultats ci-après:

4.1 CONSTATS

4.1.1 DU POINT DE VUE CADRES MIS EN JEU

Sur les 66 exercices, nous avons remarqué que 87,8% concernent le cadre « Géométrico-algébrique » et 7,5% le cadre « trigo-algébrique », tandis que 3% et 1,5% concernent respectivement les cadres « algébrique » et « trigonométrique ». Ceci atteste que le jeu de cadres a été majoritairement exploité par les enseignants.

4.1.2 DU POINT DE VUE PARADIGMES GÉOMÉTRIQUES

Sur les 66 exercices, il apparaît un usage moins pertinent des paradigmes géométriques GI et GII (7,5% contre 92,5%). Ceci témoigne que le jeu géométrique sur ces dits paradigmes semble avoir été négligé par les enseignants.

4.1.3 DU POINT DE VUE NOMBRE D'EXERCICES DONNÉS PAR TÂCHE

Sur les 66 exercices, nos analyses reflètent que la majorité d'enseignants de mathématiques ont déclaré avoir donné au moins 3 exercices, pour chaque compétence institutionnelle visée [**C.α** (77,3%), **C. β₁** (73,9%) et **C. β₂** (71,4%)], à leurs élèves. Toutefois, le calcul du nombre moyen d'exercices proposés aux élèves par classe nous a permis de constater qu'il y en a eu 5 en 3^{ème} année, 4 en 4^{ème} année, 3 en 5^{ème} année et 5 en 6^{ème} année. Cependant, ceci nous a permis de mettre un peu en doute l'effectivité d'au moins 3 exercices donnés, pour chacune des compétences institutionnelles évoquées ci-dessus, par les enseignants de mathématiques à leurs élèves, car sinon, les élèves devraient probablement développer un bon niveau du rapport à ce savoir en jeu.

4.1.4 DU POINT DE VUE CONSIGNES DES EXERCICES

Dans les 66 exercices proposés aux élèves par les enseignants de mathématiques, nous avons trouvé un très grand déséquilibre sur l'usage des consignes. En effet, sur les 10 consignes identifiées, une seule consigne, notamment « calculer », prend 44 exercices (soit 66,7%) au détriment de 9 autres consignes. Ce déséquilibre est potentiellement défavorable au développement d'un bon rapport au savoir.

4.1.5 DU POINT DE VUE VARIABLE DIDACTIQUE

Dans les 66 exercices enregistrés, nous avons identifié 4 variables didactiques en jeu. Cependant, une seule variable didactique, notamment « l'ensemble de référence », semblerait être utilisée d'une manière pertinente (12,1% contre 87,9%), tandis que ce n'est pas le cas pour les autres, notamment « la multiplicité d'application du théorème de Pythagore » (4,5% contre 95,5%), « le dessin » (0% contre 37,9%) et « la situation du problème » (96,97% contre 3,03%). Ce qui révèle que les variables didactiques auraient été majoritairement utilisées de manière non pertinente, ce qui est potentiellement préjudiciable pour le développement d'un bon rapport au savoir.

4.1.6 DU POINT DE VUE GESTION DES COMPÉTENCES INSTITUTIONNELLES

La majorité d'enseignants ont déclaré avoir enseigné les tâches **C.α** et **C. β₂** à leurs élèves, ceci contrairement à nos hypothèses y relatives. Cependant, contrairement à notre hypothèse sur la catégorie majoritaire pour l'enseignement de la tâche **C. β₁**, la majorité d'enseignants de mathématiques ont déclaré plutôt avoir enseigné à leurs élèves la tâche **C. β₁**. Cela étant, nous avons recouru à l'étude de la conformité des exercices proposés par les enseignants face aux compétences institutionnelles afin d'apprécier leurs déclarations ci-dessus sur la gestion effective desdites compétences.

L'étude, ci-dessus évoquée, nous a conduits à constater que la majorité d'exemples proposés aux élèves par les enseignants, relativement à la tâche **C.α**, n'y étaient pas conformes; tandis que la majorité d'exemples proposés relativement à la tâche **C. β₁** y étaient conformes. Pour ces deux tâches ci-dessus, nos hypothèses se sont avérées confirmées. Cependant, notre hypothèse relative à la tâche **C. β₂** a été infirmée car la majorité d'exemples proposés par les enseignants y ont été conformes. Toutefois, les cas des non-classés pour chaque tâche institutionnelle, notamment les cas de vides dans les productions des participants, se sont avérés significatifs, et constitueraient potentiellement des cas de non-conformité, et de surcroît de non maîtrise des tâches en vue par les enseignants concernés. Nous avons également vérifié que la conformité d'exemples proposés

aux compétences visées dépendrait significativement du fait que l'enseignant ait, oui ou non, enseigné le théorème de Pythagore à ses élèves. Néanmoins, il s'est avéré que 23,5% des cas enregistrés ont concerné la tâche **C.α**, 58,8% la tâche **C.β₁** et 55,9% la tâche **C.β₂**.

4.1.7 DU POINT DE VUE ASPECTS DE LA GÉOMÉTRIE MIS EN JEU

Sur les 66 exercices enregistrés, 36,4% ont concerné l'aspect intuitif; 60,6% l'aspect rationnel et 3% l'aspect expérimental. Cette situation ressemble à celle identifiée dans les manuels scolaires de 3^e et 4^e années secondaires que nous avons exploités lors de l'étude du rapport institutionnel au théorème de Pythagore dans les classes citées.

4.1.8 DU POINT DE VUE JEU GÉOMÉTRIQUE DES SUR-SOUS-FIGURES

Ainsi, sur les 66 exercices enregistrés, nous avons constaté que 30,3% ont concerné le jeu géométrique. En effet, le jeu géométrique n'a pas été majoritairement utilisé dans les exemples relatifs respectivement aux tâches **C.α** (90,9%) et **C.β₁** (85,7%), tandis que cela l'a été pour la tâche **C.β₂** (65,2%).

Pour nous rassurer sur l'éventuelle implication de nos participants dans cette étude, nous avons cherché à découvrir lesquels des enseignants ont pu enseigner dans les classes de 3^e et/ou 4^e années secondaires. Ceci nous a permis de constater que la majorité d'enseignants de notre échantillon 1 ont eu à enseigner dans les classes de 3^e et/ou 4^e années secondaires. Et par ailleurs, il s'est avéré, concernant l'utilisation des manuels scolaires les plus recommandés pour l'enseignement des mathématiques dans les classes citées ci-dessus, que 3 enseignants sur les 34 (soit 8,8%) ont pu les utiliser. Ce qui a ainsi confirmé notre hypothèse relative à ce point de vue, notamment l'utilisation des manuels scolaires par les enseignants, et ceci témoigne d'une situation préjudiciable au développement d'un bon rapport au savoir.

4.1.9 DU POINT DE VUE DIFFICULTÉS DES TÂCHES INSTITUTIONNELLES

En tenant compte des déclarations des 19 enseignants qui ont pu parler sur les difficultés probablement rencontrées par les élèves, nous avons constaté que 47,4% d'entre eux pensent que c'est la tâche **C.α** qui est la plus concernée, tandis que 52,6% et 63,2% d'entre eux pensent plutôt que c'est respectivement les tâches **C.β₁** et **C.β₂**. Toutefois, les difficultés qu'ils ont révélées peuvent être regroupées de la manière suivante:

- Difficulté liée au regroupement adéquat des termes dans une équation en vue de sa résolution.
- Difficulté liée à l'extraction de la racine carrée d'un nombre, faute d'une calculatrice.
- Difficulté liée à la confusion entre les expressions « $(a+b)^2$ » et « a^2+b^2 » entraînant celle entre « $\sqrt{(a+b)^2}$ » et « $\sqrt{a^2+b^2}$ ».
- Difficulté liée au manque des manuels scolaires.

Sur ce point de vue, nous avons retenu ceci: la tâche majoritairement difficile pour les élèves reste la tâche **C.β₂**, la catégorie majoritaire des difficultés rencontrées par les élèves reste celle relative au regroupement adéquat des termes dans une équation en vue de sa résolution (voir les 3 premiers groupes des difficultés évoquées ci-dessus), et ce conformément à nos hypothèses respectives sur les tâches difficiles, d'une part; et les raisons des difficultés d'apprentissage du théorème de Pythagore, d'autre part.

4.1.10 DU POINT DE VUE RESPECT DES DIRECTIVES OFFICIELLES

Quant au respect par les enseignants des directives officielles relatives à l'enseignement du théorème de Pythagore, il s'est avéré que, après l'analyse de leurs déclarations, 58,8% d'enseignants ont déclaré avoir effectivement respecté le programme national, conformément à notre hypothèse γ relative. Cependant, en analysant leurs justifications, il s'est avéré que 15 seulement d'entre eux ont raison⁵, tandis que 2 n'en ont pas. Ceci infirme toutefois notre hypothèse relative à la catégorie majoritaire.

En outre, nous avons remarqué que la majorité d'enseignants (73,5% de 34) n'ont pas été favorables à la remise d'une de leurs fiches de préparation relatives au théorème de Pythagore. Ces résultats qui confirment notre hypothèse γ relative,

⁵ « Avoir raison » signifie « Avoir une déclaration confirmant son application du théorème de Pythagore et/ou précisant le contexte d'application dudit théorème ».

semblent également être un indice potentiel de leur niveau de rapport à ce savoir, étant donné que 6 d'entre eux ont avancé « une raison fondée », 15 « une raison non fondée » et 1 « aucune raison ». Néanmoins, les trois fiches de préparations obtenues dans ce cadre ont permis de constater ce qui suit:

- La tâche **C. β_1** a été majoritairement présente à 75%, ainsi que le rapport de connaissance à 87,5%.
- Le paradigme GII a été majoritairement présent à 87,5%.
- La variable « dessin » paraît avoir été pertinente (87,5% contre 12,5%) sur les trois autres variables identifiées.
- Le jeu des cadres a été présent.

4.1.11 DU POINT DE VUE RAPPORT DES ENSEIGNANTS AU THÉORÈME DE PYTHAGORE

Après avoir analysé les différentes déclarations des enseignants de notre échantillon 1, nous avons constaté qu'il y a eu, sur le plan anthropologique, les attitudes ci-après: celle de rejet, celles d'utilités tant scolaire, pratique et sans idée, celle nuancée et celle d'implication. Quant au sujet de la définition du « Théorème de Pythagore » chez les enseignants de mathématiques ayant participé à notre questionnaire, nous avons identifié quatre groupes d'enseignants comme ci-après:

- Le groupe de ceux qui ont donné une réponse correcte: 14.
- Le groupe de ceux qui ont donné une réponse non correcte: 3.
- Le groupe de ceux qui ont donné une réponse imprécise: 9.
- Le groupe de ceux qui n'ont donné aucune réponse: 8.

Le **NIPADIS** a pu nous aider à obtenir un niveau uniforme du rapport au savoir avec pour finalité, la vérification de nos hypothèses sur le niveau des enseignants de mathématiques au théorème de Pythagore. En effet, nous sommes arrivés à identifier sur les 34 participants que 3 ont le niveau « *Elevé* », 17 ont le niveau « *Moyen* » et 14 ont le niveau « *Bas* ». Néanmoins, sur les 17 enseignants, probablement en fonction lors de nos investigations dans le cadre de DEA, il s'est avéré que 2 ont eu le niveau « *Elevé* », 13 le niveau « *Moyen* » et 2 le niveau « *Bas* ». Ceci confirme que la majorité d'enseignants de notre échantillon 1 ont manifesté un niveau du rapport au savoir au plus moyen.

4.2 RÉSULTATS

Considérant tous les constats ci-dessus, nous sommes arrivés aux résultats ci-après:

1°/ Partant de la subjectivité des productions des enseignants:

- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement enseigné, selon leurs déclarations, le théorème de Pythagore à leurs élèves.
- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement exploité au plus un des manuels scolaires recommandés pour les classes de 3^e et 4^e années secondaires, en rapport avec le théorème de Pythagore.
- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement montré leur non respect des directives officielles concernant l'enseignement du théorème de Pythagore.

2°/ Partant de l'objectivité des déclarations des enseignants:

- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement utilisé d'une manière non pertinente les paradigmes géométriques.
- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement soumis à leurs élèves au plus deux de trois compétences institutionnelles du théorème de Pythagore.
- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement bien perçu au plus deux des tâches institutionnelles du théorème de Pythagore au niveau de 3^e et 4^e années secondaires.
- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement mis en jeu au moins 3 variables didactiques dans leurs exercices proposés aux élèves, bien que ceci apparaisse sous une forme en majorité non pertinente.
- Les enseignants des mathématiques ont majoritairement le niveau au plus moyen du rapport au théorème de Pythagore.

3°/ Partant de l'influence sur le rapport des enseignants au théorème de Pythagore:

Il s'est avéré que l'école n'aurait pas impacté le rapport des enseignants au théorème de Pythagore, de même pour l'enseignement; tandis que l'enseignant lui-même aurait impacté son rapport au théorème de Pythagore uniquement par le fait de l'avoir enseigné, ceci avec un niveau de confiance de 99,9%.

En observant les résultats ci-dessus, et bien que les enseignants aient démontré majoritairement avoir effectivement enseigné le dit théorème, nous constatons que, d'un côté la quantité des situations d'enseignement/apprentissage soumises aux élèves est déficiente (2 cas sur les trois l'ont confirmée), et de l'autre côté la qualité des situations d'enseignement/apprentissage soumises aux élèves est déficiente (5 cas sur 5 l'ont confirmée).

Ceci nous permet d'admettre que notre hypothèse **H** est confirmée c'est-à-dire:

« Le niveau bas du rapport d'un élève congolais de 4^{ème} année secondaire au Théorème de Pythagore est lié à la qualité et/ou quantité déficiente des problèmes d'enseignement/apprentissage auxquels il a été soumis durant son parcours scolaire ».

D'où la nécessité, en perspectives, de non seulement tenir un séminaire de formation, à l'attention des professeurs de mathématiques et des sciences au besoin, sur ces compétences institutionnelles du théorème de Pythagore en classe de 3^{ème} et 4^{ème} années secondaires, en vue d'en apprécier l'impact éventuel sur leur rapport à ce théorème, mais vérifier également si le genre influencerait ou non le rapport de ces enseignants audit théorème.

5 CONCLUSION

Cette étude a été réalisée à Kinshasa, une ville province et la capitale de la République Démocratique du Congo, dans une triple approche théorique, à partir de l'étude du rapport au théorème de Pythagore. Dans l'approche anthropologique, les compétences identifiées sont celles du théorème de Pythagore au niveau des classes de 3^{ème} et 4^{ème} années secondaires. Elles sont issues du côté du sujet cognitif. L'échelle des 3 niveaux du rapport à ce théorème peut être adaptée avant d'être appliquée à un autre objet de savoir. Dans l'approche didactique, les rapports de 3C sont issus du côté du théorème de Pythagore, et ont potentiellement des caractéristiques différenciées constituant probablement une typologie du rapport au savoir utilement applicable à l'étude didactique du rapport à n'importe quel objet élémentaire de savoir. L'échelle des 3 niveaux du rapport à ce théorème peut être appliquée à n'importe quel objet élémentaire de savoir avec l'usage du jeu disciplinaire. Dans l'approche sociologique, les attitudes identifiées sont celles en rapport avec le théorème de Pythagore, mais l'échelle d'évaluation de ces attitudes, transformée en une échelle des 3 niveaux, peut servir à l'étude sociologique du rapport à n'importe quel objet élémentaire de savoir, sachant que ces attitudes sont issues du côté du sujet psychosocial.

Ainsi une étude basée sur la triangulation d'approches théoriques, notamment anthropologique, sociologique et didactique, du rapport à n'importe quel objet élémentaire du savoir est possible sur base du tableau suivant (Tableau 3).

Tableau 3. Tableau pour application du NiPADiS

N° d'ordre	Approche	Rapport au savoir			
		Indicateurs	Entrée	Echelle d'Evaluation	Fondement
1	Microsociologique (charlot, 2001)	Indicateurs sociologiques = attitudes sociales	Du côté du sujet psycho-social	3 Niveaux: Bas Moyen Elevé	En rapport avec les institutions
2	Anthropologique ou Macro-didactique (Chevallard, 2003)	Indicateurs anthropologiques ou macro-didactiques = compétences institutionnelles	Prééminente du côté du sujet cognitif	3 Niveaux: Bas Moyen Elevé	En rapport avec les institutions (scolaires)
3	Didactique (Disashi, 2017 et 2018)	Indicateurs didactiques = rapports de 3C	Du côté du savoir	3 Niveaux: Bas Moyen Elevé	En rapport avec le contenu (forme) et le contexte (d'émergence)

REFERENCES

- [1] ASTOLFI, J.P. et DEVELAY, M.: « La didactique des sciences », PUF, Que sais-je ? Paris, 1989.
- [2] BADETTY, L. & Cie: « Maîtriser les Maths 4 ». Editions Loyola, Kinshasa, 2001.
- [3] BEILLEROT, J.: « Savoir et rapport au savoir », Ed. Universitaires, Paris, 1989.
- [4] BERNSTEIN B. Pédagogie, contrôle symbolique et identité. Théorie, recherche, critique. Laval: Pul, 2007, 318 pages.
- [5] BOURDIEU, P. & PASSERON, J.C.: « Les héritiers-les étudiants et la culture », Ed. Minuit, Paris, 1964.
- [6] CHARLOT, B.: « Le rapport au savoir en milieu populaire », Ed. Anthropos, Paris, 1999.
- [7] CHARLOT, B.: « Du rapport au savoir, éléments pour une théorie », collection Anthropos, Economica, Paris 1997.
- [8] DEVELAY, M.: « Savoirs scolaires et didactiques des sciences ». ESF, Paris, 1995.
- [9] GONSETH, F. « La géométrie et le problème de l'Espace (6 volumes). Editions du Griffon, Neuchâtel 1945-1955. [Volume II. Les trois aspects de la géométrie.]
- [10] KAYEMBE & Cie: Maîtriser les Maths 3. Editions Loyola, Kinshasa, 1996.
- [11] MOSCONI Nicole, BEILLEROT Jacky, BLANCHARD-LAVILLE Claudine (dir): « Formes et formations du rapport au savoir », Paris, L'Harmattan, 2000 (11/2000-1458).
- [12] NGONGO DISASHI, P.R: « La recherche scientifique en Education », AB, Belgique, Louvain-la-Neuve, 1999.
- [13] BARDINI, C.: « Le rapport des élèves à la factorisation en fin de troisième ». Mémoire de DEA de didactique des disciplines, Didactique des Mathématiques, Université de Paris 7-Denis Diderot. In IREM, Cahiers de Didirem, N° 35 Février 2001.
- [14] BELLIT, T. et PECH, E.: « Rapport au savoir en Mathématiques », Mémoire professionnel, IUFM de l'académie d'Aix-Marseille, année universitaire 2005-2006.
- [15] CHARTRAIN, J.L.: « Différentiation scolaire et conceptions des élèves entre origine sociale et réussite sociale, la logique du sujet apprenant sur le savoir: cas du volcanisme au CM », Mémoire du DEA présenté à l'université René Descartes, Paris, 1998.
- [16] CHARTRAIN J.-L. « Rôle du rapport au savoir dans l'évolution différenciée des conceptions scientifiques des élèves. Un exemple à propos du volcanisme au cours moyen 2 ». Thèse de 3ème cycle. Université Paris 5, 2003.
- [17] DISASHI KABADI, I.: « Le rapport au savoir des élèves congolais de 4ème année secondaire au théorème de Pythagore », Mémoire de DEA présenté et soutenu à la chaire UNESCO de l'Université MARIEN-NGWABI, Brazzaville, 2012.
- [18] DISASHI KABADI, I.: « Contribution à l'étude didactique du rapport au savoir: Perspectives apportées par une étude du rapport au théorème de Pythagore », Thèse de doctorat présentée et soutenue à l'Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, 21/12/2019.
- [19] GRAS, R.: « Contribution à l'étude expérimentale et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques en mathématiques ». Thèse d'Etat, Université de Rennes I, octobre 1979.
- [20] JEGOU – MAIRONE, C.: « L'enseignement de l'évolution des espèces vivantes à l'école primaire française. Rapports au Savoir d'enseignants et d'élèves de cycle 3. », Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille I, 2009.
- [21] KUZNIK, Alain: « Paradigmes et espaces de travail géométrique, Note pour habilitation à diriger des recherches », IREM de Paris 7, Paris, 2004.
- [22] SCHRAGER, M.: « Le rapport au savoir scientifique d'élèves autochtones: vers une compréhension de l'expérience scolaire en sciences », thèse présentée et soutenue le 14/09/2010, et publiée par l'université du Québec, Montréal, Janvier 2011.
- [23] TONNELLE, J.: « Le monde clos de la factorisation au premier cycle. », Mémoire de DEA de didactique des mathématiques, Université d'Aix-Marseille II, Université de Bordeaux I, 1979.
- [24] ANDREANI, J.C. et CONCHON, F.: « Méthodes d'analyse et d'interprétation des études qualitatives: Etat de l'art en marketing ». ESCP-EAP, Paris. <http://www.escp-eap.net/conferences/marketing>.
- [25] BEAUCHER, C.; BEAUCHER, V.; et MOREAU, D.: « Contribution à l'opérationnalisation du concept de rapport au savoir », In NAFTI-MALHERBE et al. (Dir): Esprit critique Vol. 17 Rapport au savoir, octobre 2013, pages 6-29.
- [26] BEN ABDERAHMANE, M-L: « Pertinence et limites de la notion de rapport au savoir en didactique des sciences ». In A. Chabchoub (éd.), Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences, Actes du 5ème colloque d'épistémologie des sciences, 2000, Sfax, pp. 187-194.
- [27] BERNSTEIN B. « Classes et pédagogie: visibles et invisibles » dans Deauvieu Jérôme, Terrail Jean-Pierre. Les sociologues, l'école et la transmission des savoirs. Paris: La dispute, 2007, p.85-107.
- [28] BKOUCHE Rudolph, CHARLOT Bernard, ROUCHE Nicolas: « Le rapport au savoir », in Faire des mathématiques: le plaisir du sens, Paris, Colin, 1991, 253 p. (p. 215-240). (11/1992.1044).
- [29] BKOUCHE, Rudolf: « La géométrie entre mathématiques et sciences physiques. », in Proceedings of 4th International colloquium on the Didactics of mathematics, volume II, édité par M. Kourkoulos, G. Troulis, C. Tzanakis, Université de Crète, 2006.
- [30] BROUSSEAU, G.: La relation didactique: le milieu, Actes de la 4e école d'été de didactique des mathématiques, pp. 54-68, éd. IREM de Paris 7, 1986b.

- [31] BROUSSEAU, G.: Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. In *Recherches en Didactique des Mathématiques* 7 (2), 33-115, France, 1986.
- [32] CAILLOT, M.: « Rapport (s) au (x) savoir (s) et apprentissages de sciences », *Communications faite au Colloque 'rapport aux savoirs et didactiques des Sciences'*, Sfax, les 7, 8 et 9 avril 2000.
- [33] CHABCHOUB, A.: Rapports aux savoirs scientifiques et culture d'origine. In B. CHARLOT (Dir), *les jeunes et le savoir: perspectives internationales* (pp. 117-131). Anthropos, Paris, 2001.
- [34] CHANTAL, L., ...: « Emergence et développement de l'esprit critique dans une classe d'élèves de 4^e et 3^e, Collège PABLO NERUDA », Pierrefitte sur Seine, 2003.
- [35] CHARLOT, B.: « La question du rapport au savoir: convergences et différences entre deux approches », In *L'Harmattan | Savoirs* 2006/1 N° 10, pages 37-43. <http://www.cairn.info/revue-savoirs-2006-1-page-37.htm>.
- [36] CHARLOT, Bernard: « L'échec scolaire en mathématiques et le rapport social au savoir », *Bulletin de l'APMEP*, Num. 342, p. 117-124, Paris, 1984.
- [37] CHARLOT, B. et BAUTIER, E.: « Rapport à l'école, Rapport au savoir et enseignements des mathématiques », In *Repères-IREM* N°10, ESCOL, Université PARIS 8, 1993.
- [38] CHERIX, P.-A, CONNE, F., DAINA, A., DORIER, J.-L., FLUCKIGER, A.: « Analyser le rapport aux mathématiques des enseignants peut-il aider à agir contre la désaffection des jeunes pour les études de mathématiques ? », In A. KUZNIAC, A. et M. SOKHNA (Eds) *Enseignement des mathématiques et de développement: enjeux de société et de formation. Actes du colloque espace Mathématique Francophone (EMF)*, 2010.
- [39] CHEVALLARD, Y.: « La dialectique entre études locales et théorisation: le cas de l'algèbre dans l'enseignement du second degré. », *Communication au colloque de Sèvres*, 1988.
- [40] CHEVALLARD Y.: *Le concept de rapport au savoir. Rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel*, Séminaire de Didactique des mathématiques et de l'informatique, n°108, LSD-IMAG, Grenoble, 1989.
- [41] CHEVALLARD, Y.: « Concepts fondamentaux de la didactique, perspectives apportés par une approche anthropologique », *RDM*, Vol. 12, N°1, p. 73-112, 1992.
- [42] CHEVALLARD, Y.: « Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury & M. Caillot, *Rapport au savoir et didactiques*, Education et sciences, Paris, Fabert, 2003.
- [43] CHEVALLARD, Yves et JULIEN, M.: « La géométrie et son enseignement comme problème, la notion de construction géométrique comme problème », *Petit X* N° 27, France, Juin, 1991.
- [44] DELAMOTTE, Eric: « Que produit l'école ? Réflexions sur la circulation des savoirs et leurs appropriations », Université Charles de Gaulle, Lille 3, UMR CNRS CERSATES 8529, 2002.
- [45] DEVELAY, Michel: « A propos des savoirs scolaires », *VEI Enjeux*, N° 123, décembre, 2000, pages 28-37. www.sceren.fr/revuevei/123/02803711.pdf.
- [46] DEVELAY, M.: « Donner du sens à l'école », collection *Pratiques et enjeux pédagogiques*, Juillet 1976.
- [47] DEVELAY, M.: « Pour une épistémologie des savoirs scolaires ». Une réflexion critique sur les principes, les méthodes et les résultats des savoirs enseignés à l'école permet d'en identifier les éléments structurels et de mettre l'accent sur le fondamental au détriment de l'accessoire. L'approche épistémologique apporte en outre un éclairage neuf sur la notion d'interdisciplinarité et sur le champ des didactiques disciplinaires. *Pédagogie collégiale*, Vol. 7 N°1, Octobre 1993.
- [48] DISASHI KABADI, I & ENGOMBE WEDI, B.: « Sur une étude comparative du rapport au savoir des élèves de différents niveaux des humanités scientifiques: cas du rapport au théorème de Pythagore en 3^e et 4^e années secondaires », In *Presses de l'Université Pédagogique Nationale (PUPN)* N° 056a, pages 111-122, Kinshasa, 2013 (Juillet-Septembre).
- [49] DISASHI KABADI, I.: « Sur l'étude didactique du rapport au savoir des élèves et la problématique du niveau dudit rapport: Cas du théorème de Pythagore », in *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 21, N° 3, pp. 449-460, octobre, 2017.
- [50] DISASHI KABADI, I.: « La typologie définitoire des rapports de 3C: Une piste féconde en recherches visant l'étude didactique du rapport au savoir », in *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 22, N° 2, pp. 158-168, Janvier, 2018.
- [51] DOUADY, R.: « Des apports de la didactique des mathématiques à l'enseignement », In *Repères-Irem* N°6, IREM de Paris, 1992.
- [52] DOUADY, R.: « Rapport Enseignement Apprentissage: dialectique outil-objet, jeux de Cadres ». Edition revue et augmentée, *Cahier de didactique des mathématiques*, IREM Université Paris VII, N° 3.
- [53] DOUADY, Régine: « Ingénierie didactique et évolution du rapport au savoir en mathématiques Collège seconde », in IREM, *L'enseignement des mathématiques: des repères entre savoirs, programmes et pratiques*, Pont-à-Mousson, Topiques éd. 1996, p. 241-256 (11/1999.1340).
- [54] DUVAL, R.: « Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée », In *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, volume 5, p. 37-65, IREM de Strasbourg; Strasbourg, 1993.
- [55] GRUGEON-ALLYS, B.: « Les pratiques des enseignants débutants de Mathématiques du second degré: vers des ingénieries de formation », *DIDIREM*, Université Paris VII, France, EMF 2009.
- [56] HAYDER: « Rapport au savoir et culture », In *International Journal of Sciences Education*, n°2, 1977.

- [57] KALALI, F.; « Rapport au savoir: bilan sur la place du sujet dans les différents travaux », Actes du Congrès international Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF), Strasbourg, 2007. http://www.congresintaref.org/actes_site.php.
- [58] KELLER, Olivier: « Préhistoire de la géométrie: le problème des sources », Réunion, Août 2001. www.irem.univ-reunion.fr/pdf/Keller_prehistoire_geometrie.pdf.
- [59] KUZNIAC, A.: « Articulation des connaissances mathématiques et didactiques pour l'enseignement: pratiques et formation », In Actes du colloque EMF 2012 (GT1, p. 155-159).
- [60] KUZNIAC, A.: Diversité des mathématiques enseignées « ici et ailleurs »: L'exemple de la géométrie. In Actes du 32^e colloque COPIRELEM, pp. 47-66, IREM de Strasbourg, 2005.
- [61] L'ECUYER, R.: L'analyse de contenu: définition, étapes, problèmes et objectivation. In Actes du colloque L'analyse des données qualitatives, le 5 avril 1990, édité par L.-P. Boucher, Chicoutimi, UQAC, pages 31-51.
- [62] LEGER, A.: « L'unité dialectique des approches quantitative et qualitative: quelques aspects d'une complémentarité conflictuelle », Communication au colloque "Pour un nouveau bilan de la sociologie de l'éducation", Paris, INRP, 1993.
- [63] LOMBARD, P.: « Peut-on envisager une transposition didactique des mathématiques qui les rende accessibles au plus grand nombre ? » (IREM de LORRAINE). www.irem.univ-lorraine.fr/Lomb/sens.pdf.
- [64] MAGEN, Alain: « Ombres et lumières sur les erreurs en Algèbre et en Géométrie au Collège (et ailleurs). Le projecteur rhétorique », In Repères, IREM des Antilles et de la GUYANE, N° 45, Octobre, 2001.
- [65] MARGOLINAS, C.: La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. In MARGOLINAS, C. (ed) Les débats de didactique des mathématiques, La Pensée sauvage éditions, Grenoble, 1995, (pp.89-102).
- [66] MATON, K.: Gravité sémantique et apprentissage segmenté. La question de la construction du savoir et de la création de détenteurs de savoir. In Frandji Daniel, Vitale Philippe: Actualité de Bazil Berstein. Savoir, pédagogie et société. Rennes: PUR, 2008, p. 150-168.
- [67] MAURY, S. & CAILLOT, M.: « Quand les didactiques rencontrent le rapport au savoir ». In S. Maury & M. Caillot, Rapport au savoir et didactiques, Education et sciences, Paris, Fabert, 2003, pp. 13-32.
- [68] NAFTI-MALHERBE, C.: « Rapport au savoir Habitus et reproduction sociale ». In NAFTI-MALHERBE et al. (Dir): Esprit Critique Vol 17 Rapport au savoir, 2013, pp. 209-217.
- [69] NAUDY, G.: « Pour un nouveau rapport au savoir. De la capacité à la compétence en Histoire-Géographie », Cité scolaire internationale de Lyon.
- [70] PERRIN-GLORIAN, Marie-Jeanne: « Eclairages et questions pour la didactique des mathématiques: cadres et registres en jeu dans la résolution des problèmes en lien avec les connaissances des élèves et recherches sur l'action des enseignants en classe. », In Annales de didactique et des sciences cognitives, volume 9, p. 67-82, IREM de Strasbourg, Strasbourg, 2004.
- [71] PLUVINAGE, F.: « Sur les méthodes et les résultats de la didactique des mathématiques ». In Annales de didactique et des sciences cognitives, vol. 9, p. 7 - 43, IREM de Strasbourg: Strasbourg, 2004.
- [72] RICHARD-BOSSEZ, A.: « Saisir le rapport au savoir en actes à l'école maternelle: Eléments de réflexion conceptuels et empiriques ». In NAFTI-.
- [73] MALHERBE et al. (Dir): Esprit critique Vol. 17 Rapport au savoir, 2013, pages 123-135.
- [74] ROCHEX, J.-Y.: « La notion de rapport au savoir: convergences et débats théoriques », In Pratiques psychologiques N°10, 2004, pages 93-106.
- [75] TEBOURBI, N.: « L'apprentissage organisationnel: Penser l'organisation comme processus de gestion des connaissances et de développement des théories d'usage », Télé-université, Université du Québec, 2000.
- [76] TERISSE, A.: « Rapport au savoir et enjeux de savoir pour les enseignants d'EPS: " Une médiation aisée pour situer le sujet: d'un rapport au savoir" », In symposium « Rapports au (x) savoir (s): du concept aux usages », Strasbourg, 2007.
- [77] VENTURINI, P. & ALBE, V.: « Interprétation des similitudes et des différences dans la maîtrise d'étudiants en électromagnétisme à partir de leur (s) rapport (s) au (x) savoir (s) », Aster, 35, pp 165-188, Université P. Sabatier, Toulouse, 2002.
- [78] BEAUCHER, C.: « Le rapport au savoir des élèves: une relation significative », Université de Sherbrooke, 4^e congrès de l'AQIFGA, avril 2010.
- [79] BODIN, A. & SICRE, J.P.: Evaluation du programme de Mathématiques, fin de quatrième 1989. Une étude de l'A.P.M.E.P. (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public) avec le concours technique de l'IREM de BESANÇON. Publication N°77, Paris, 1989.
- [80] CELLULE TECHNIQUE POUR LES STATISTIQUES DE L'EDUCATION (UNESCO): Statistiques du secteur de l'éducation Pré-primaire, primaire, secondaire, éducation formelle, enseignement supérieur. Ville de Kinshasa, 2005-2006.
- [81] MINEPSP: Programme national des mathématiques, Enseignement secondaire, Cycle long, toutes sections. Direction des programmes scolaires et Matériel didactique. CEREDIP EDIDEPS, Kinshasa, 2005.
- [82] NGONGO DISASHI, P.R: Science de l'enseignement. Psychologie des apprentissages et relation pédagogique. Université Pédagogique Nationale/ACUSE, KINSHASA, 2005-2006.

ANNEXE 1. QUESTIONNAIRE DE RECHERCHE

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

N°/DKI/TD/14.

N.B. : Pour respecter l'anonymat lors du traitement des données issues de ce questionnaire adressé aux enseignants des mathématiques, nous vous demandons de donner les trois premières lettres respectivement de votre nom, votre post-nom et votre prénom (éventuellement).

1. NOM ET POST-NOM DE L'ENSEIGNANT : SEXE :
 2. AGE : QUALIFICATION :
 3. DATE :/...../2014. ANCIENNETE :
 6. ECOLE DE L'ENSEIGNANT :
 7. TYPE D'ENSEIGNEMENT :
 8. REGIME DE GESTION :

I. Le théorème de Pythagore et vos élèves

Avez-vous déjà enseigné personnellement à vos élèves le théorème de Pythagore ?

A. Si non, veuillez dire pourquoi, et ensuite passer aux questions de la partie II, page

.....

B. Si oui, veuillez répondre d'abord à toutes les questions suivantes avant de passer à la partie II.

B.1. Veuillez compléter le tableau des tâches ci-après, en répondant par « OUI » selon que vous avez déjà fait travailler vos élèves sur des exercices leur permettant de réaliser les tâches en question, tout en complétant les autres colonnes :

N° d'ordre	Tâche	Oui ou Non ?	Classes concernées ?	Nombre d'exercices donnés ?	Un exemple d'exercices donnés ?
1	C.α : « Caractériser le triangle rectangle par la propriété de Pythagore »				
2	C.β ₁ : « Calculer l'hypoténuse à partir de la donnée de deux côtés de l'angle droit du triangle rectangle »				
3	C.β ₂ : « Calculer un des côtés de l'angle droit à partir de la donnée de l'hypoténuse et de l'autre côté de l'angle droit du triangle rectangle »				

B.2. Veuillez donner les manuels scolaires que vous avez pu utiliser pour vos leçons relatives au théorème de Pythagore, en précisant ces références des points de vue pages et auteurs.

N° d'ordre	Auteurs	Manuels scolaires	Pages concernées
1.			
2.			
3.			

B.3. Quelles sont les tâches pour lesquelles vos élèves peuvent éprouver beaucoup de difficultés ? Et pour quelles raisons selon vous ?

.....

B.4. Quelle est la dernière année scolaire durant laquelle vous avez pu enseigner une matière faisant référence au théorème de Pythagore ? Et dans quelles classes ?

.....

.....

.....

B.5. Pensez-vous que vous avez pu respecter le programme officiel en ce qui concerne les attentes de l'état congolais relativement à l'enseignement du théorème de Pythagore ? OUI / NON (encerclez votre réponse). Veuillez justifier votre réponse sur ces lignes.

.....

.....

.....

II. Le théorème de Pythagore et vous

A. L'aimez-vous ? Oui/Non (encerclez votre réponse). Pourquoi ?(justifiez-la)

.....

.....

.....

B. A quoi peut-il vous être utile ?

.....

.....

.....

C. Comment pouvez-vous de préférence définir ce théorème aujourd'hui?

.....

.....

.....

D. Votre dernier mot sur ce qui concerne ce théorème depuis que vous l'avez connu.

.....

.....

.....

E. Pouvez-vous bien vouloir nous donner en annexe de ce questionnaire, une copie de vos fiches de préparation des leçons ayant trait à ce théorème ? Oui / Non (encerclez votre réponse).

- Si oui, merci de bien vouloir veiller à nous l'annexer.
- Si non, merci de bien vouloir nous faire part des vos raisons librement et sincèrement sur les quelques lignes ci-après.

.....

.....

.....

Merci pour votre participation à notre enquête.

ANNEXE 2. RAPPORTS DES ENSEIGNANTS AU THÉORÈME DE PYTHAGORE

Rapport des enseignants de mathématiques au théorème de Pythagore

N° d'ordre	N° (ENSEIG) QUESTION - ENQUETE	CODE ECOLE	Approche didactique				Approche anthropologique				Approche sociologique		NIPADIS
			RAP1	RAP2	RAP3	COTE R3C/ NIVEAU	C _α	C _{β1}	C _{β2}	COTE CI/NIVEAU	CODE	NIVEAU	
			RAPPORTS DE 3C				COMPETENCES INSTITUTIONNELLES				ATTITUDES		
1	Q2-06	KE01	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
2	Q9-25	KE02	1	1	0	2 / MOYEN	1	1	1	3 / ELEVE	AI	ELEVE	ELEVE
3	Q9-27	KE02	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AI	ELEVE	MOYEN
4	Q11-31	KE03	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS
5	Q15-45	KE03	0	1	1	2 / MOYEN	1	1	0	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
6	QSUP-71	KE04	1	1	1	3 / ELEVE	0	1	1	2 / MOYEN	AUS	BAS	MOYEN
7	Q12-35	KE05	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
8	Q12-36	KE05	1	0	0	1 / BAS	0	1	0	1 / BAS	AUS	BAS	BAS
9	Q13-37	KE05	1	1	0	2 / MOYEN	1	1	1	3 / ELEVE	AUS	BAS	MOYEN
10	Q7-21	KE06	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS
11	Q8-22	KE06	0	1	1	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
12	Q8-24	KE07	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AI	ELEVE	MOYEN
13	Q13-39	KE08	0	1	1	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
14	Q9-26	KE09	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS
15	Q9-26bis	KE09	1	1	0	2 / MOYEN	1	1	1	3 / ELEVE	AI	ELEVE	ELEVE
16	Q9-26bb	KE09	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUS	BAS	MOYEN
17	Q11-33	KE11	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AR	BAS	BAS
18	Q22-64	KE11	1	1	0	2 / MOYEN	1	1	1	3 / ELEVE	AUS	BAS	MOYEN
19	Q8-23	KC1	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUS	BAS	MOYEN
20	Q12-34	KC1	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AI	ELEVE	MOYEN
21	Q6-18	KC2	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS
22	Q7-19	KC2	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	X	BAS	BAS
23	Q6-16	KC3	1	0	1	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUS	BAS	MOYEN
24	Q18-53	KC4	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	0	1 / BAS	AUS	BAS	BAS
25	Q19-57	KC4	1	0	1	2 / MOYEN	0	1	0	1 / BAS	AUS	BAS	BAS
26	Q23-68	KC5	1	1	0	2 / MOYEN	1	1	1	3 / ELEVE	AUP	BAS	MOYEN
27	Q1-02	KO1	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS
28	Q17-49	KO2	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUP	BAS	BAS
29	Q5-14	KO3	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS
30	Q7-20	KO3	1	1	0	2 / MOYEN	0	1	1	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
31	Q5-13	KO4	1	1	1	3 / ELEVE	1	1	1	3 / ELEVE	AI	ELEVE	ELEVE
32	Q3-09	KO5	1	1	0	2 / MOYEN	1	0	1	2 / MOYEN	AUP	BAS	MOYEN
33	Q4-10	KO5	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AR	BAS	BAS
34	Q4-12	KO5	0	0	0	0 / BAS	0	0	0	0 / BAS	AUS	BAS	BAS

Légende :

- Côte « 0 » signifie « absence du rapport au savoir concerné ».
- Côte « 1 » signifie « présence du rapport au savoir concerné ».

Fait à Kinshasa, le 19 Juin 2020.

Caractérisation géotechnique des sols latéritiques de Kélo-Pala (Sud-Ouest Tchad) en vue de leur utilisation dans la construction routière

[Geotechnical characterization of Kélo-Pala (South-West Chad) lateritic soils for use in road construction]

Al-Hadj Hamid Zagalo¹, Bemba Kant Alfred², and Bozabe Renonet Karka³

¹Université des Sciences et de Technologie d'Ati, Faculté des Sciences de la Vie, de la Terre et de l'Aménagement du Territoire, Ati, Chad

²Université de Dschang, Faculté des Sciences, Cameroon

³Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics, N'Djamena, Chad

Copyright © 2021 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 focuses on the evaluation and determination of the geotechnical characteristics of lateritic soils in South-West Chad (Kélo-Pala) with a view to better use in road construction. The study shows that borrowing volumes range from 29374.4 m³ to 87920 m³. The lateral soils studied consist of a mixture of fine particles and gravel with low plasticity. On the physical side, loans have a sieve percentage of 0.08 mm, ranging from 13.7% to 24.8% with an overall average of 18.9%. These values give the soils studied a grainy character. The liquidity limit of the soils studied ranges from 17.2% to 27.4% with an average of 21.17% and the plasticity index ranges from 3.6% to 9.3% with an average of 7%. These results show that the materials studied are noninflating with a small percentage of fine particles. They belong to class A-2-4 according to the HRB classification and class S5 (CBR > 30) according to the LCPC classification. On the mechanical side, the borrowings studied show that the optimal content ranges from 7.3% to 10.1% with an average of 8.55% and the optimal dry density ranges from 2.07g/cm³ to 2.2 g/cm³ with an average of 2.12 g/cm³. The CBR index ranges from 61% to 98% with an average of 79.90%. These results show that the engravers studied belong to class G11 and are usable and usable in road construction according to the recommendations of the CEBTP.

KEYWORDS: Kélo-Pala, lateral soils, evaluation, road construction, geotechnical characterization.

RESUME: Le présent article porte sur l'évaluation et la détermination des caractéristiques géotechniques des sols latéritiques du Sud-Ouest du Tchad (Kélo-Pala) en vue d'une meilleure utilisation dans la construction routière. Il ressort de cette étude que les volumes des emprunts varient de 29374,4 m³ à 87920 m³. Les sols latéritiques étudiés sont constitués d'un mélange de particules fines et de gravillons avec une faible plasticité. Sur le plan physique, les emprunts présentent un pourcentage de tamisât au tamis de 0,08 mm qui se situe entre 13,7 à 24,8% avec une moyenne générale de 18,9%. Ces valeurs confèrent aux sols étudiés un caractère grenu. La limite de liquidité des sols étudiés varie de 17,2 à 27,4% avec une moyenne de 21,17% et l'indice de plasticité varie de 3,6 à 9,3% avec une moyenne de 7%. Ces résultats montrent que les matériaux étudiés sont non gonflants avec un faible pourcentage des particules fines. Ils appartiennent à la classe A-2-4 suivant la classification HRB et à la classe S5 (CBR > 30) selon la classification LCPC. Sur l'aspect mécanique, les emprunts étudiés montrent que la teneur optimale varie entre 7,3% à 10,1% avec une moyenne de 8,55% et la densité sèche optimale varie dans l'intervalle de 2,07g/cm³ à 2,2 g/cm³ avec une moyenne de 2,12 g/cm³. Quant à l'indice CBR, il varie de 61% à 98% avec une moyenne de 79,90%. Ces résultats montrent que les graveleux étudiés appartiennent à la classe G11 et sont exploitables et utilisables dans la construction routière suivant les recommandations du CEBTP.

MOTS-CLEFS: Kélo-Pala, sols latéritiques, évaluation, construction routière, caractérisation géotechnique.

1 INTRODUCTION

L'utilisation des matériaux locaux pour la réalisation des routes est une démarche logique qui peut s'avérer difficile à mettre en œuvre en présence des sols complexes comme les latérites. Ces sols présentent souvent des caractéristiques géotechniques difficiles à appréhender pour une construction routière. Ils sont utilisés comme matériaux de plate-forme, de couche de fondation ainsi que de couche de base pour les différents types des chaussées. La recherche de leurs réelles performances, et leur utilisation idoine, surtout dans le domaine de la construction routière, gagneraient à être inscrites dans toutes actions stratégiques du développement durable d'un pays. Mais avant de les utiliser, il est important de déterminer les caractéristiques géotechniques que renferment ces matériaux pour pouvoir dire qu'ils sont utilisables ou non dans les assises des routes revêtues.

Plusieurs auteurs ont travaillé sur les propriétés des sols latéritiques qui sont utilisés comme matériaux de construction ou comme supports d'ouvrages divers de génie civil.

Vallerg B. et al. ont étudié les caractéristiques des sols latéritiques utilisés dans la construction routière en Thaïlande [1]. Chen V. N. a étudié les possibilités de gonflement et les propriétés de résistance de la latérite [2]. Goudari R. a montré quelques caractéristiques physiques et mécaniques des sols latéritiques de l'île Maurice comme support des fondations des ouvrages [3].

Eu égard à tout ce qui précède, la caractérisation géotechnique des sols latéritiques du tronçon Kélo-Pala dans le Sud-ouest du Tchad (Fig. 1) constitue notre apport dans la connaissance de leur comportement en vue de leur meilleure utilisation dans la géotechnique routière.

2 METHODOLOGIE

2.1 LOCALISATION DES SITES ET ÉCHANTILLONNAGE

La zone d'étude Kélo-Pala est située au Sud-ouest du Tchad entre les parallèles 09°10' 00" et 09°30'00" de latitude Nord et les méridiens 14°50'00" et 15°30'00" de longitude Est. Les sols rencontrés sont les latérites ferrugineuses, les sables à sesquioxydes et des sols hydromorphes et les formations géologiques rencontrées sont des formations volcaniques, magmatiques, volcano-sédimentaires, sédimentaires et métamorphiques [4].

Les études géotechniques ont été faites sur les emprunts disponibles le long du tracé Kélo-Pala dont onze (11) sites ont été identifiés et explorés. A cet effet, six (6) puits de 2 m de profondeur pour chaque emprunt ont été réalisés excepté l'emprunt 6 où il a été réalisé 10 puits et l'emprunt 5 où il a été réalisé 5 puits. Dans le souci d'avoir des échantillons représentatifs, la surface des emprunts est entièrement maillée avant tout prélèvement. Au total, 69 échantillons ont été collectés sur les emprunts pour les essais géotechniques. De plus, le volume de ces matériaux est évalué par le calcul qui met en jeu l'épaisseur et la surface du matériau. Le volume exploitable de chaque emprunt est déterminé à l'aide de la formule suivante: $V = A \times e$ où V : volume, A : surface du matériau et e : épaisseur de l'horizon prélevé pour les analyses.

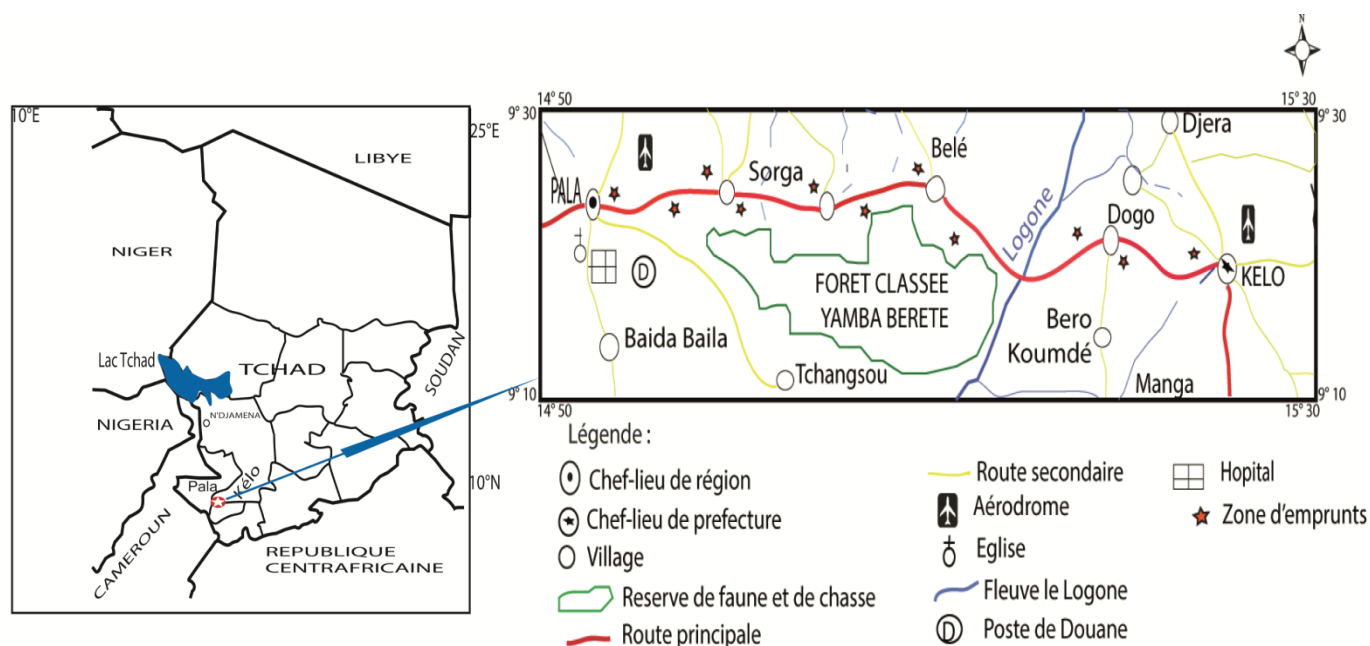


Fig. 1. Carte de localisation de la zone d'étude

2.2 EXPÉRIMENTATION

L'analyse granulométrique des sols étudiés a été effectuée par tamisage à sec après lavage suivant les prescriptions de la norme NF P 94 – 056 [5]. L'étude de la consistance des sols a été menée sur la base des limites d'Atterberg. La limite de liquidité (w_L) a été déterminée à l'aide de l'appareil de Casagrande et la limite de plasticité (w_p) selon la méthode du rouleau. Ces limites d'Atterberg ont été déterminées en suivant la norme NF P 94-051 [6]. L'indice de plasticité a été calculé comme étant la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité. L'essai Proctor modifié a été effectué suivant la norme NF P 94 - 093 [7] et celui de CBR a été réalisé suivant la norme NF P 94-078 [8].

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

La première étape de toute étude géotechnique consiste à identifier et classer les sols avant de passer à la deuxième étape qui est la détermination de leurs caractéristiques mécaniques utilisées dans la construction routière.

Les travaux effectués sur le terrain et au laboratoire ont abouti à des résultats. Ces derniers portent notamment sur la description lithologique des puits réalisés et les caractéristiques géotechniques des sols obtenus.

3.1 DESCRIPTION MACROSCOPIQUE DES EMPRUNTS

La description macroscopique a mis en évidence la nature des sols rencontrés dans la zone d'étude. Des niveaux y ont été identifiés et décrits en allant du sommet vers la base de tous les emprunts (Figure 2, 3, 4, 5, 6 et 7).

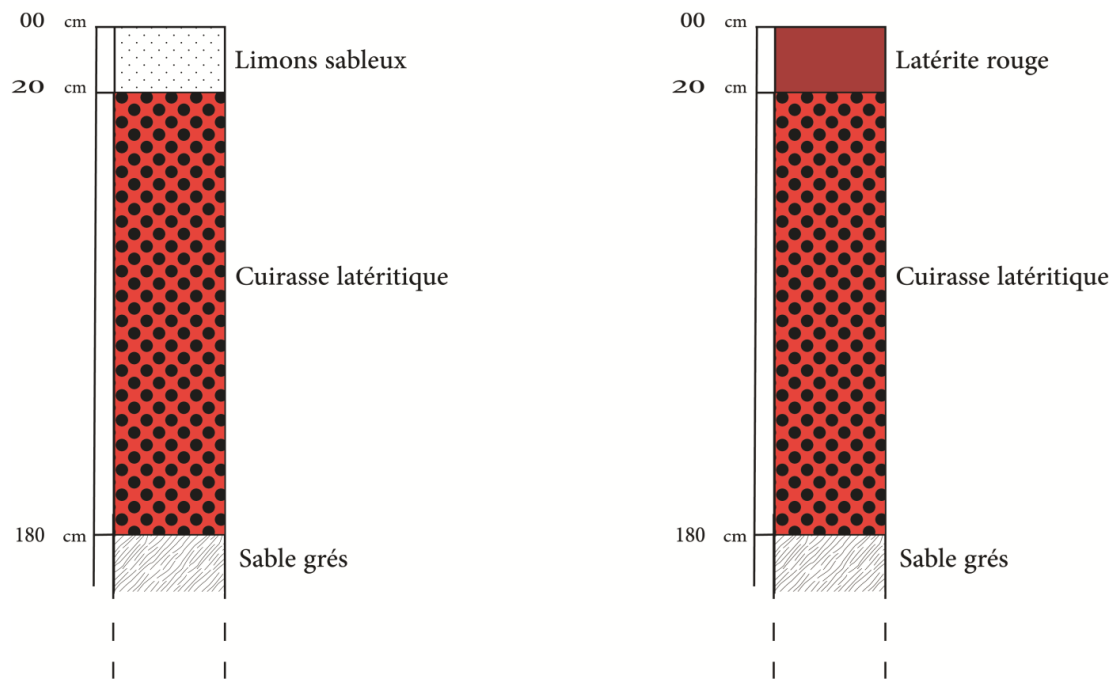


Fig. 2. Profils des sols étudiés: cas des emprunts 1 (situé à gauche) et 2 (situé à droite)

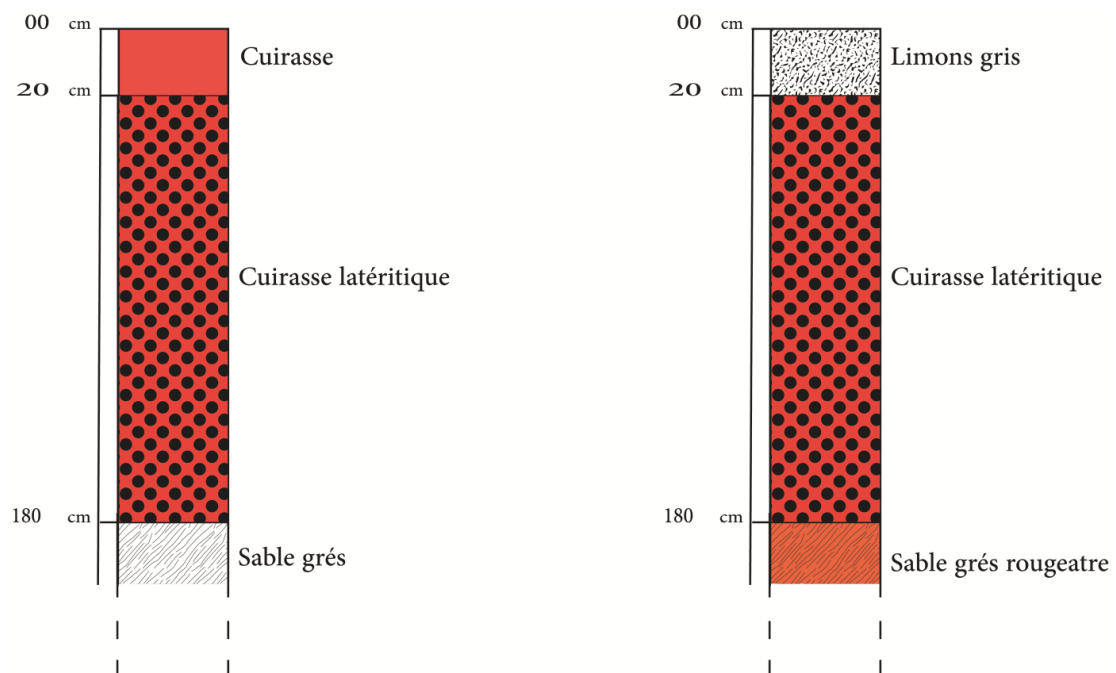


Fig. 3. Profils des sols étudiés: cas des emprunts 3 (situé à gauche) et 4 (situé à droite)

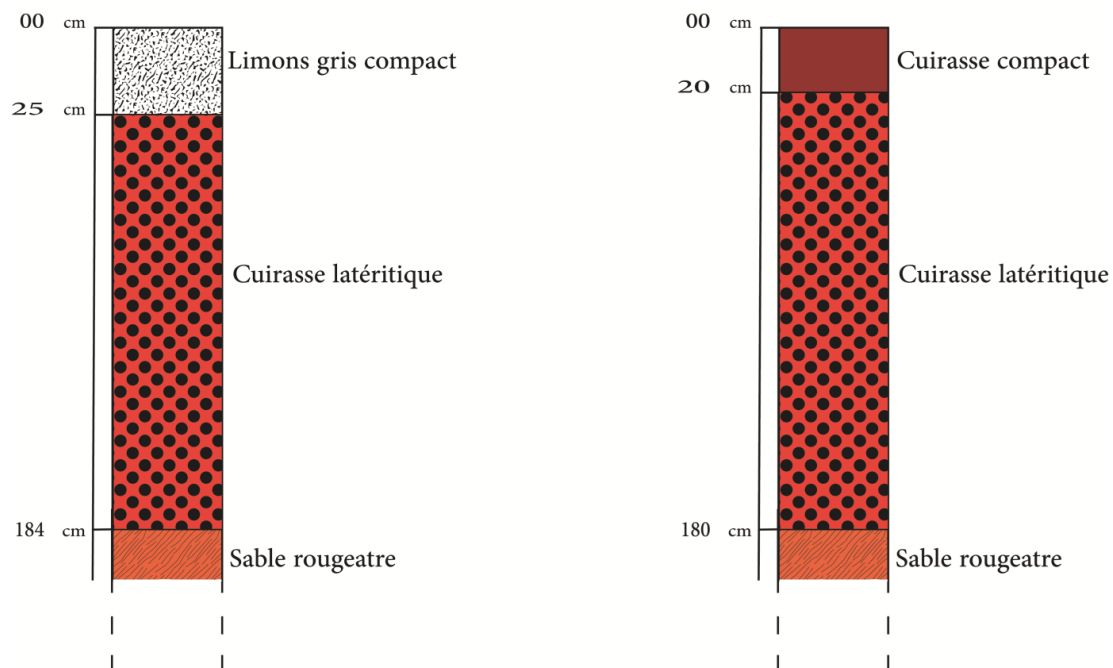


Fig. 4. Profils des sols étudiés: cas des emprunts 5 (situé à gauche) et 6 (situé à droite)

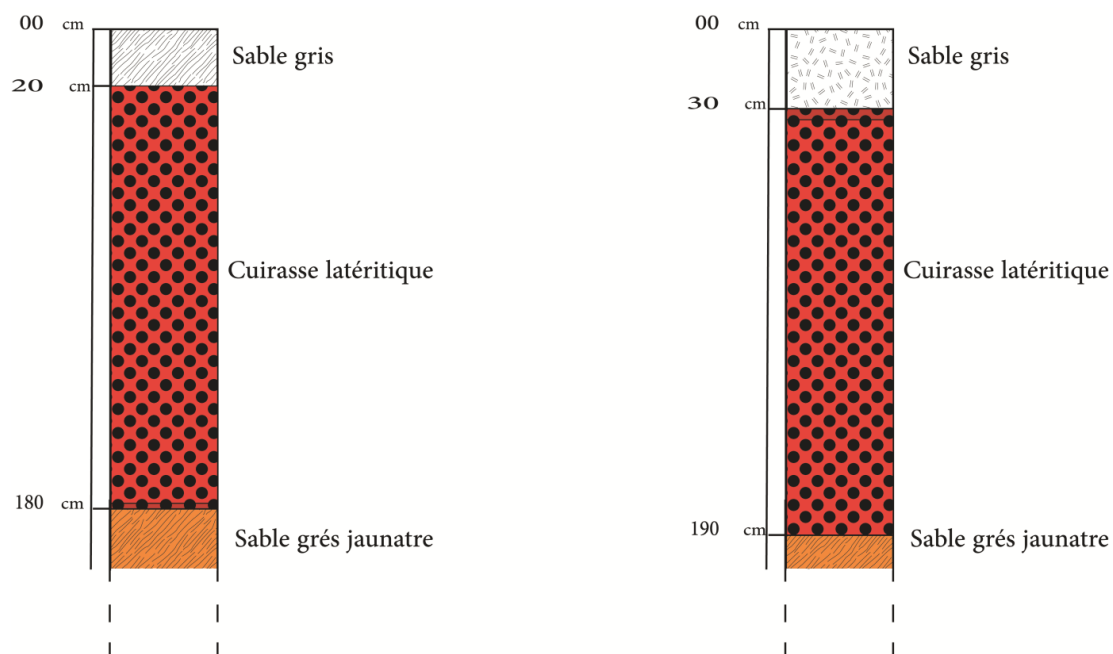


Fig. 5. Profils des sols étudiés: cas des emprunts 7 (situé à gauche) et 8 (situé à droite)

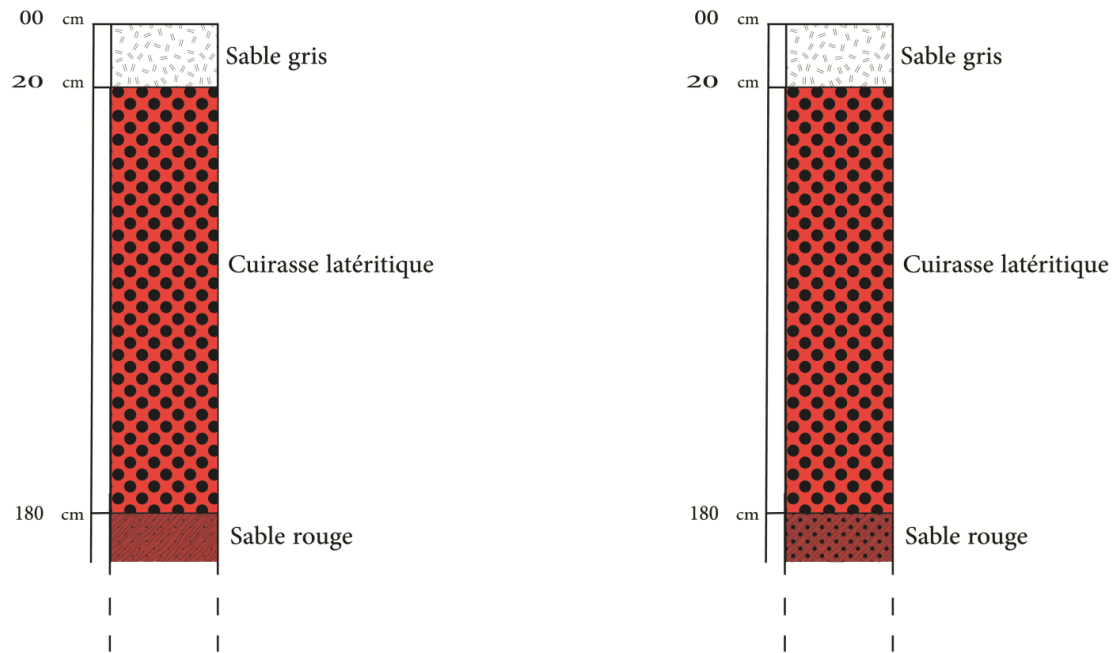


Fig. 6. Profils des sols étudiés: cas des emprunts 9 (situé à gauche) et 10 (situé à droite)

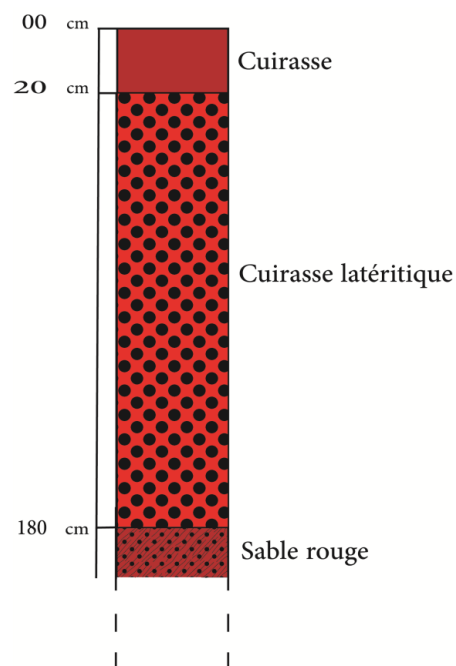


Fig. 7. Profil des sols étudiés: cas des emprunts 11

Il ressort de cette description que les emprunts montrent une succession des couches avec une variation de couleur en fonction de la profondeur. De plus, ces emprunts renferment de façon globale des sols latéritiques semblables mais avec des profondeurs différentes.

3.2 CARACTÉRISATION GÉOTECHNIQUE

3.2.1 PARAMÈTRES PHYSIQUES

L'étude des paramètres physiques des sols latéritiques du tronçon Kélo-Pala a été effectuée sur 69 échantillons. Les valeurs moyennes de pourcentage des passants au tamis de 0,08 mm et celles des paramètres de consistance des sols étudiés sont présentées sur le tableau 1.

Du point de vue géotechnique, la granulométrie de ces emprunts est acceptable dans la couche de base et couche de fondation des chaussées. Une comparaison est établie entre les fuseaux granulométriques de ces échantillons et fuseaux granulométriques type recommandé par le CEBTP [9] pour l'utilisation des graveleux latéritiques en couche de fondation et de base. Les enveloppes granulométriques de ces sols latéritiques étudiés sont inscrites dans les fuseaux granulométriques type recommandé par le CEBTP pour la couche de base et couche de fondation.

Tableau 1. Valeurs moyennes des particules fines et des caractéristiques de consistance des sols

Désignation	Teneur en particules < 0,08mm	Limite de liquidité w_L (%)	Limite de plasticité w_P (%)	Indice de plasticité I_P (%)
Emprunt 1	16,9	21,1	15,5	5,6
Emprunt 2	20,2	24,0	16,5	7,5
Emprunt 3	14,6	18,7	13,9	4,8
Emprunt 4	18,8	22,5	15,9	6,6
Emprunt 5	13,7	17,2	13,6	3,6
Emprunt 6	24,8	20,5	14,5	6,0
Emprunt 7	20,8	18,5	13,7	4,8
Emprunt 8	23,7	26,9	17,6	9,3
Emprunt 9	22,2	24,2	16,7	7,5
Emprunt 10	14,9	27,4	18,5	8,9
Emprunt 11	17,3	23,5	14,5	9

Le tableau 1 montre que la teneur moyenne en particules fines de onze (11) emprunts varie de 13,7% à 24,8% avec une moyenne générale de 18,9%. Ces valeurs confèrent aux sols étudiés un caractère grenu. Ce faible pourcentage des particules fines de ces emprunts pourrait s'expliquer par le degré d'altération des roches mères et la topographie de la zone d'étude. Cet intervalle de variation ne concorde pas avec les résultats des travaux de [10], d'après lesquels la teneur en particules de dimension inférieure à 0,08mm des sols latéritiques de Bafoussam (Cameroun) varie de 66,10% à 96,50% avec une moyenne de 88,01%. De plus, le pourcentage des particules fines obtenu est supérieur à celui trouvé par [11] sur les sols latéritiques utilisés en construction routière au Niger.

La limite de liquidité des sols étudiés varie de 17,2 à 27,4% avec une moyenne de 21,17%. Cette valeur moyenne confère aux sols étudiés un caractère non gonflant selon la classification proposée par [12]. La limite de plasticité varie entre 13,6 à 18,5% avec une moyenne de 15,53% et l'indice de plasticité varie de 3,6 à 9,3% avec une moyenne de 7%. Le faible indice de plasticité confirme les résultats des travaux menés par [13] dans cette zone. Ce chercheur montre que ces sols latéritiques sont constitués des argiles de type 1/1 qui sont généralement de nature peu gonflante.

3.2.2 PARAMÈTRES MÉCANIQUES

Les caractéristiques mécaniques les plus utilisées dans la géotechnique routière et obtenues en laboratoire sont la densité optimale, la teneur en eau optimale et l'indice CBR. L'étude de ces caractéristiques, effectuée sur 69 échantillons de sol remaniés, fait l'objet de la présente section.

Tableau 2. Valeurs moyennes des densités et teneurs en eau optimales des emprunts étudiés

Emprunts	Densité optimale g/cm ³	Teneur en eau optimale %
Emprunt 1	2,1	8,8
Emprunt 2	2,1	10,1
Emprunt 3	2,1	8
Emprunt 4	2,1	8,7
Emprunt 5	2,1	7,8
Emprunt 6	2,2	9,4
Emprunt 7	2,1	7,7
Emprunt 8	2,07	8,8
Emprunt 9	2,1	9
Emprunt 10	2,2	8,5
Emprunt 11	2,1	7,3

Le tableau 2, montre que la teneur en eau optimale des emprunts étudiés varie entre 7,3% à 10,1% avec une moyenne de 8,55%. Quant à la densité sèche optimale la valeur obtenue varie dans l'intervalle de 2,07 g/cm³ à 2,2 g/cm³ avec une moyenne de 2,12 g/cm³. Ces valeurs obtenues montrent un écart faible à celles des travaux de [14] sur les graveleux latéritiques naturels au Burkina Faso (densité maximale 2,2 g/cm³ et teneur en eau optimale 7%). Cet écart pourrait être expliqué par la nature et le degré d'altération des sols étudiés. De même, il existe aussi un écart faible entre les données obtenues et les résultats des sols latéritiques de la région d'Agneby en Côte-d'Ivoire (densité optimale est de 2,13 g/cm³ et teneur en eau optimale est de 8,72%) [15].

L'essai CBR déterminé à 95% à l'OPM du compactage après 4 jours d'immersion des échantillons dans l'eau a donné les valeurs d'indice de CBR. Ces résultats détaillés sont présentés sur le tableau 3.

Tableau 3. Valeurs moyennes de CBR à 95% des emprunts étudiés

Emprunts	CBR à 95%
Emprunt 1	83
Emprunt 2	85
Emprunt 3	98
Emprunt 4	81
Emprunt 5	87
Emprunt 6	72
Emprunt 7	68
Emprunt 8	62
Emprunt 9	61
Emprunt 10	86
Emprunt 11	96

Le tableau 3 montre que l'indice CBR varie de 61% à 98% avec une moyenne de 79,90%. D'après la classification de [16], ces graveleux appartiennent à la classe G1 et de ce fait, ces sols peuvent être utilisés comme couche de forme dans la construction des routes non revêtues et revêtues.

4 CONCLUSION

La zone d'étude localisée dans le Sud-ouest du Tchad a un climat de type soudano-guinéen et son relief présente une variation d'altitude. Les sols rencontrés sont des sols latéritiques, hydromorphes et les formations géologiques rencontrées sont de types endogènes et exogènes.

Les échantillons étudiés ont été prélevés dans l'horizon B des différents emprunts situés tout au long du tracé de la zone d'étude. Les résultats obtenus ont permis d'évaluer la réserve exploitable et de caractériser ces emprunts dans le domaine de

la géotechnique routière. La détermination du volume par le calcul qui a mis en jeu l'épaisseur des graveleux latéritiques et la surface de ces emprunts montrent qu'ils existent une réserve importante de ces matériaux pour une utilisation dans la construction routière. Le pourcentage de passant au tamis de 0,08 mm montre le caractère grenu des latérites graveleuses. La moyenne de l'indice de plasticité confère aux sols étudiés un caractère non plastique. D'après la classification LCPC, ces sols appartiennent à la catégorie des graves. En se référant à la classification HRB, ces matériaux appartiennent au groupe A-2 avec un sous-groupe A-2-4.

Les caractéristiques physiques et mécaniques de ces emprunts indiquent qu'on peut les utiliser dans la couche de forme, couche de base et couche de fondation à l'état naturel.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les responsables de l'entreprise SATOM pour avoir mis à notre disposition leur laboratoire et les équipements et données nécessaires pour la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- [1] Vallerg B., Nibon R., (1969): Characteristics of lateritic soil used in Thailand road construction. Thighway Research record.N284. Washington, 85-101pp.
- [2] Chen V. N., (1988): A study of some engineering properties of lateritic soils. Geotech.Tropical Soils: Proc.2nd Int. Conference, Singapore, 12-14 Dec., 1988. Vol. 1. - Rotterdam. Brookfield,1988, 245-251pp.
- [3] Goudari R., (1990): Etude des propriétés géotechniques des sols et des méthodes de calcul des fondations dans les conditions de l'Ile Maurice. Thèse de Ph.D., kharkov, 179p.
- [4] Doumnang J.C., (2006): Géologie des formations Néoprotérozoïques du Mayo Kebbi (Sud-ouest du Tchad): Apport de la pétrologie et de la géochimie implications sur la géodynamique au panafricain. Thèse de Doctorat, université d'Orléans, France. 223p.
- [5] NF P 94 – 056, (1996). Sols: reconnaissance et essais. Analyse granulométrique des sols. Méthode par tamisage à sec après lavage. AFNOR, Paris.
- [6] NF P 94 – 051, (1993). Sols: reconnaissance et essais. Détermination des limites d'Atterberg. Limite de liquidité à la coupelle – limite de plasticité au rouleau. AFNOR, Paris.
- [7] NF P 94 - 093, (1993). Sols: reconnaissance et essais. Détermination des références de compactage d'un matériau: Essai Proctor Normal- Essai Proctor Modifié. AFNOR, Paris.
- [8] NF P 94 – 078, (1997). Sols: reconnaissance et essais. Indice CBR après Immersion- Indice CBR Immédiat- Indice Portant Immédiat. AFNOR, Paris.
- [9] CEBTP., (1984): Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Manuel sur les routes dans les zones tropicales et désertiques. Tome 2: Études et construction. Ministère de la coopération Paris. 155p.
- [10] Amadou T., (2008).Caractéristiques physiques et mécaniques des sols ferrallitiques de Bafoussam et leurs corrélations. Thèse doctorat, Ecole Nationale Polytechnique de l'Université de Yaoundé I, Cameroun,162p.
- [11] Mahamadou S. I., Nadia S., Yannick A., Cécile G., Maignien R., (2015). Etude des matériaux latéritiques utilisés en construction routière au Niger: méthode d'amélioration. Rencontres universitaires de génie civil, Bayonne, France. 10p.
- [12] Dakshanamurthy V., Raman V., (1973). A simple method of identifying an expansive soil. Soils and Foundations. Japanesse Soc. Of soil Mech and foundation Eng. Vol.13, 97-104pp.
- [13] Wacrenier Ph., (1953). Les roches calcaires du Mayo-Kebbi. Paris, France: B.R.G.M. 17 p.
- [14] Mahamat Nganasso, (2012). Amélioration des graveleux latéritiques au ciment en couches de chaussée au Burkina Faso: cas des travaux de renforcement de la RN1 entre Boromo et Bobo-Dioulasso. Mémoire pour l'obtention de diplôme de Master. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Ouagadougou, 61p.
- [15] Bohi Zondjé Poanguy Bernadin (2008). Caractérisation des sols latéritiques utilisés en construction routière: cas de la région de l'Agneby (Coted'Ivoire). Thèse doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, France, 142p.
- [16] Bagarre E., (1990). Utilisation des graveleux latéritiques en technique routière: Synthèses. ISTED. 148p.

Radiated EM Disturbance by a PIFA Antenna at 900MHz and its Magnetic Shielding

M.H. Ahamat¹, M.I. Boukhari¹, A. Chaibo², Kalsouabe Zoukalne³, and M.Y. Khaya³

¹Department of electrical engineering, National Institute of Sciences and Technologies of Abéché, Abéché, Chad

²Department of telecommunication and Communication, National School of Information Technologies and Communications, N'Djamena, Chad

³Cellule Techno-pédagogie, Virtual University of Chad, N'Djamena, Chad

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this paper, we propose a quantification study of a magnetic disturbance radiated by a PIFA antenna operating at a frequency of 900MHz and its magnetic shielding. The obtained results in simulation using HFSS simulator have permit initially to determine the near field radiates part if this antenna. A magnetic shielding of the antenna is obtained by using a ferrite. This shielding improves also the antenna performance. The shielded antenna has a reflection coefficient of -25dB.

KEYWORDS: PIFA antenna, Electromagnetic disturbance, magnetic shielding, ferrite magnetic, near field.

RESUME: Dans cet article, nous proposons une étude quantitative et d'un blindage magnétique de perturbation magnétique rayonné par une antenne PIFA fonctionnant à une fréquence de 900MHz. Les résultats obtenus en simulation à l'aide du simulateur HFSS ont permis dans un premier temps de déterminer la partie la plus rayonnante en champ proche de cette antenne. Puis, un blindage magnétique est obtenu à l'aide d'un ferrite. Ce blindage a permis également d'amélioration la performance de cette antenne. L'antenne blindée possède un coefficient de réflexion de -25dB.

MOTS-CLEFS: Antenne PIFA, Perturbation Electromagnétique, blindage magnétique, ferrite magnétique, champ proche.

1 INTRODUCTION

Antennas are present in devices of all kinds for various contactless applications. The operation of electronic devices at higher frequencies requires a design of miniature antennas. This miniaturization allows among others to reduce losses and offers an easy integration of these devices. Integrated antenna such as PIFA (Planar Inverters-F antenna) is an essential element in various modern telecommunications systems. Especially in mobile communications field. The integration of this antenna is known by grouping it with other components. This gathering increases the electromagnetic disturbance in the vicinity of the antenna. In a mobile phone for example, antenna may be located near other analogue and digital components [1]. Studies [2], [3], [4] in literature, show that this approximation leads to increase electromagnetic disturbances (conducted and radiated). It can cause the disfunction of a system, affect the antenna performance or increases the Specific Absorption Rate of the antenna [5,6]. Thus, it is therefore necessary to study particularly the electromagnetic emissions in the near field of this antenna at design stage so that it will not be at the cause of any EM disturbance to other components in its environment. Studies on EM coupling between PIFA antenna and devices located in its vicinity (input/output connector in a mobile phone or electronic components) have been carried out by [3] and [4]. The solutions proposed by the authors consist of placing electrical shields at the terminal ends of the antenna. Other authors are interested to electromagnetic disturbances that can attend antenna when it is placed near other components generating electromagnetic disturbance [7]. Many studies have been carried out on the electrical shielding of antennas with the aim of reducing specific absorption rate (SAR) [8], [9], [10]. The objective of our

studies presented on this paper, is to quantify the near magnetic field emissions radiated by an integrated dual-band PIFA antenna. It also consists of providing magnetic shielding that minimizes the near magnetic field radiated by the antenna while improving its performance.

In this paper, we present firstly the studied structure. Then we present obtained results on the quantification of near magnetic field radiated by this antenna. Finally, we present the effect of ferrite that used to shield and improving antenna's performance.

2 PRESENTATION OF STUDIED STRUCTURE

In this part, we present the studied miniature PIFA antenna. It is a GSM type antenna which resonates on 900MHz frequency band. Its geometry is inspired from Pascal's works in [12]. The chosen software simulator for design and emission study of this antenna is HFSS (High Frequency Structure Simulator). The studied structure is constituted of a metal ground plane on which is deposited a FR4 substrate of the same dimensions of 40x105x0.005mm³. The radiating element (resonator) is made of copper and places above the substrate at a height of 8.5mm as shown in fig.1. a. A slot opening and another not opening plus a short- circuit are designed on the resonator part. The full dimensions of the antenna are shown in fig.1 a. Fig.1 b shows the reflection coefficient of the antenna.

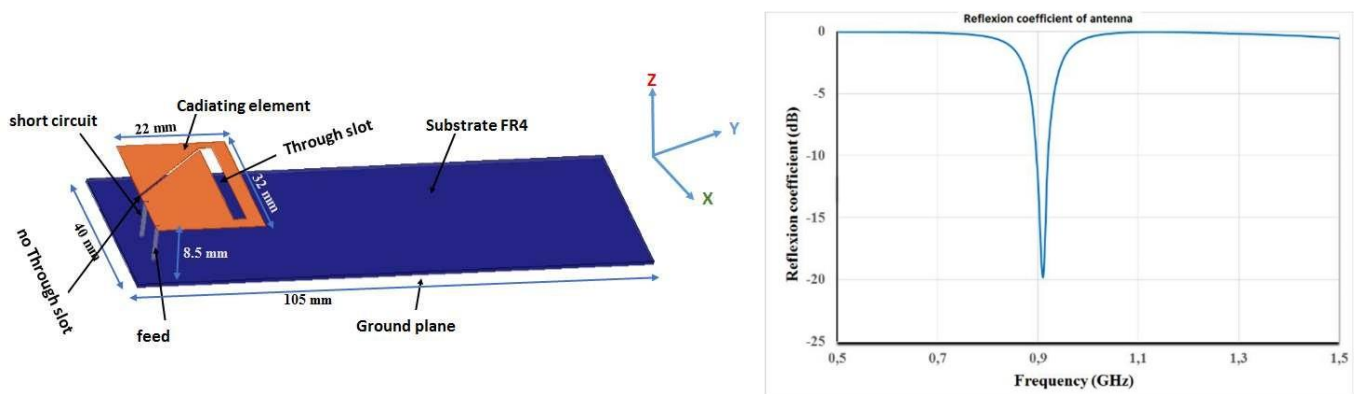


Fig. 1. a) Studied antenna, b) reflection coefficient of the antenna

3 STUDY OF H-FIELD RADIATED BY PIFA ANTENNA

3.1 PRINCIPLE OF STUDY

The developed principal method consists of supplying the antenna using a power source, then determining at a certain close height above and below the resonator, the radiated magnetic field according to the distance. It also consists of placing the studied structure inside a large air box in order to take into account all radiated field vectors. At the end of simulation, the calculated EM field can be viewed in three (3) forms: in a 2D or 3D form of field mapping, in vectors form or in amplitude. Our choice carries on the amplitude form of the radiated field. It can allow to trace the amplitude of 3 cartesian components of the radiated field H_x , H_y , et H_z as a function of a distance along x or y axis. the retained x and y distances are equal to approximately

± 10 mm outside the antenna surface. The objective is to determine at which distance the emitted near field can influence other component that placed in the proximity of the antenna. We can remark in Fig.2 that the amplitude of H_z component is highest compared to the amplitude of H_x and H_y components. The objective being to quantify the magnetic field amplitude assumed to be capable to interfere with other devices located in its vicinity. So, it is judicious to focus only the H_z component. Thus, for the remainder of our study, we interest only to the H_z component. We present in Fig.3 below by way of illustration, the amplitude of the 3 components H_x , H_y and H_z radiated by studied structure at a height of 3mm above the resonator (radiating element of the antenna).

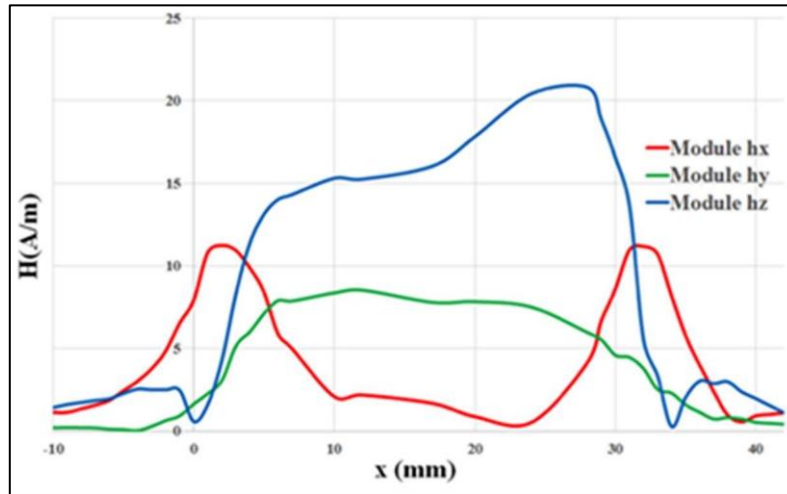


Fig. 2. Amplitude of H components along X axis

3.2 QUANTIFICATION OF NEAR H-FIELD RADIATED BY THE ANTENNA

The quantification study involves determining the most radiating part of the antenna. Then, to propose a solution to limit this radiation while maintaining or improving the antenna performance. Thus, we determined the radiated Hz field at different positions of length (x) and width (y) of the resonator for a fixed position in height (z). Indeed, the Hz component radiated by the antenna is determined at a close height of 3mm below and above the resonator. This 3mm height is justified by our objective which is to study the radiation in the near field of the antenna. We present in Fig. 3 below, the radiated Hz component determined at a height of 3mm below and above the resonator.

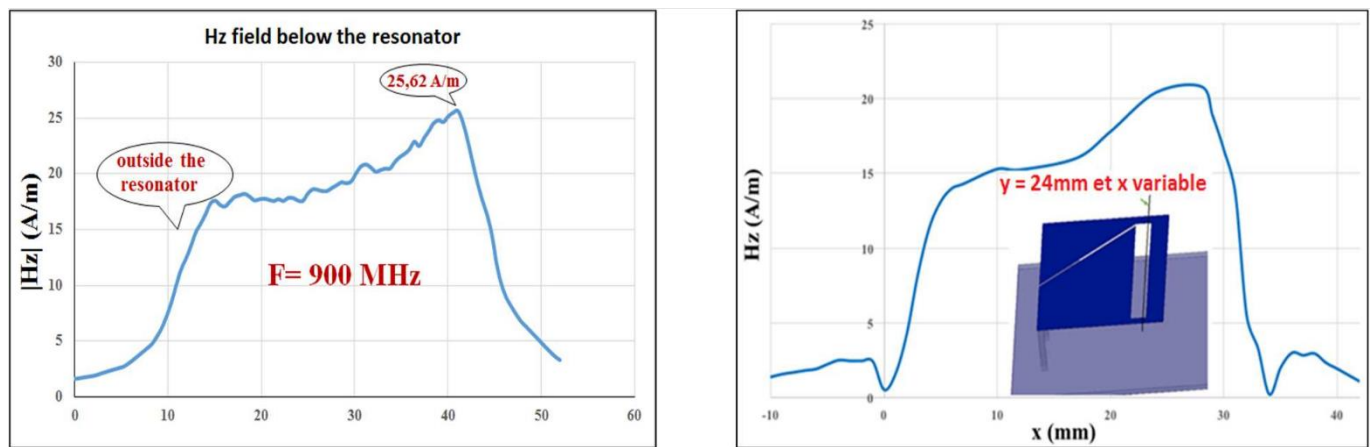


Fig. 3. Hz-field above and below resonator

We can notice in Fig.3 that the Hz amplitude is very high (22.5A/m below the resonator and 25.6 A/m above the resonator) at the position $y=24\text{mm}$. this y position corresponds to the centre of the non-opening slot of the resonator. This explains why the field lines are more concentrated at non-opening slot level. We can also remark that the Hz amplitude below resonator is little higher compared to that above resonator. This higher field amplitude between resonator and the ground plane may be a cause of training a high intensity of current on the ground plane and favours the increasing Specific Absorption Rate on one side and creating EM disturbance in conducted mode on the other hand. It is necessary to shield this field in order to reduce these EM disturbances. Thus, in the following paragraph, we present a study on the EM shielding of the antenna.

3.3 SHIELDING OF THE ANTENNA

To decrease the higher amplitude of the magnetic field (25.6 A/m) between resonator and the ground, a high permeability ferrite operating in the frequency band of the antenna can be used. Much work has been carried out in recent years and significant advances have been made in the SAR reduction [13], [8], [9] using ferrite in miniature antennas of mobile phones.

Because of its high magnetic properties, ferrite is used for shielding electronic components that operate at high frequency [14]. The chosen ferrite for our study case has an electrical permittivity of 10 and a magnetic permeability of 40. This ferrite is widely used in HF domain. To the component, the ferrite is placed under the resonator without touching the power supply as shown in Fig.4 below.

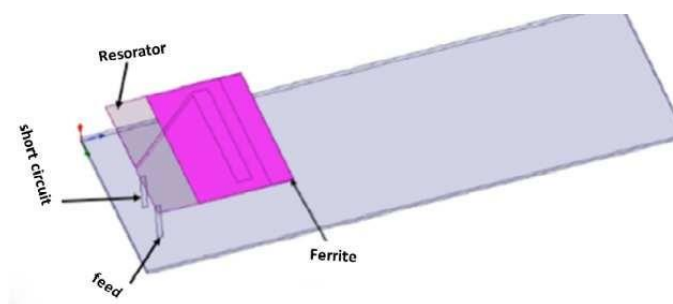


Fig. 4. Structure with ferrite

It should be noted that with the presence of ferrite, the impedance of the structure changes and of course the resonant frequency of the antenna too. Thus, before quantifying the field radiated by structure with ferrite, we first resized the structure in order to find the desired frequency band (900MHz). We compare in Fig. 5 below, the obtained reflection coefficient for antenna with and without before and after resizing.

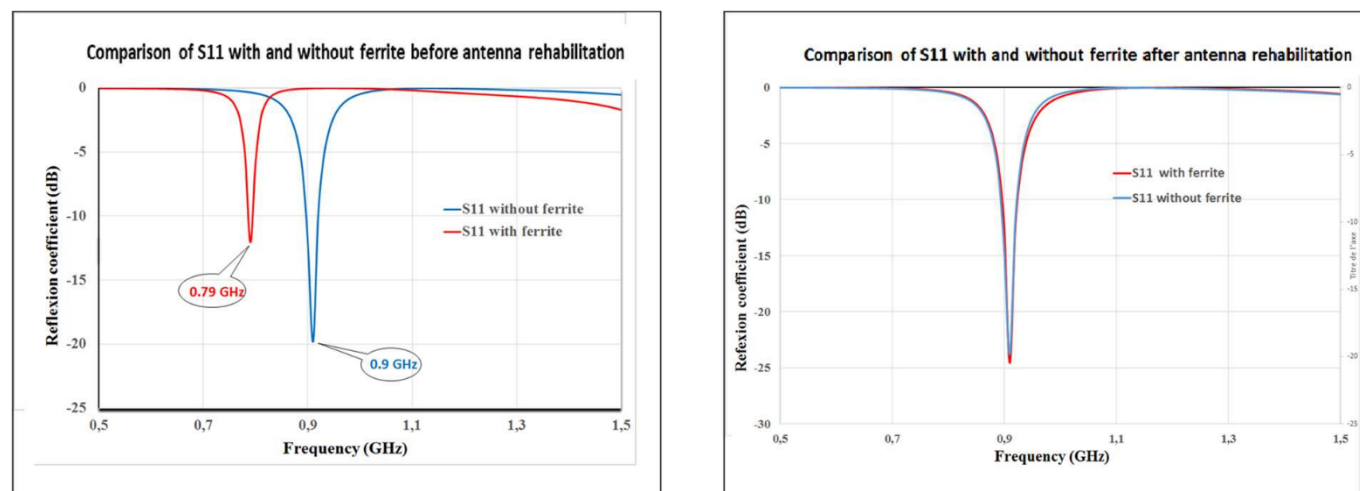


Fig. 5. S11 for antenna with and without ferrite: a) before resizing, b) after resizing

We present in Fig. 6 below, the evolution of radiated near field amplitude by antenna with and without ferrite as a function of the distance along x axis after resizing it.

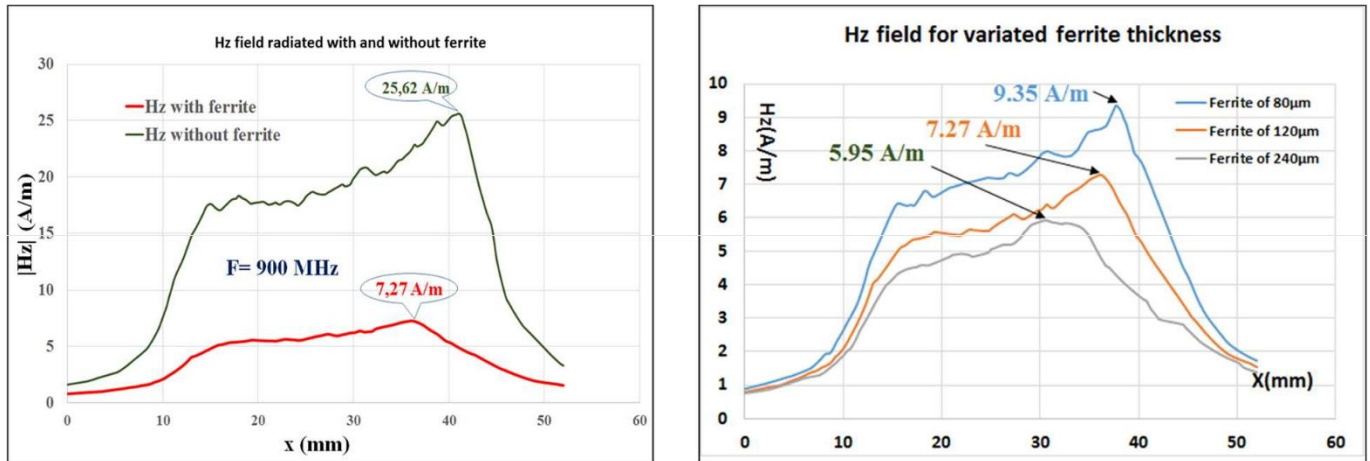


Fig. 6. H-field radiated by antenna with and without ferrite

We remark here that when a ferrite layer is added to the structure, the H field amplitude radiated below the resonator has decreased compared to that of an antenna without ferrite. The maximum value of the radiated Hz field goes from 25.6 A/m to 7.27 A/m for a ferrite thickness of 120 μm . This decreasing amplitude is due to a canalization of the field lines by the magnetic material.

This reduction of amplitude field is not very significant enough. A study on the influence of ferrite thickness was carried out. We varied the ferrite thickness from 80 μm to 240 μm . The antenna is resized each time in order to stay on the operating frequency band (GSM 900). Then we determined the radiated H near field for each structure. shows the amplitudes of near H field radiated by these structures. We notice a decrease in the amplitude of the radiated near field when the ferrite thickness is large. The maximum amplitude of the field is 9.35 A/m for a thickness of 80 μm , 7.27 A/m for a thickness of 120 μm and 5.95 A/m for a thickness of 240 μm . This can be explained by a high canalization of field lines when the thickness of the magnetic material is large.

4 CONCLUSION

In this article, we present a study on the quantification of the near magnetic field radiated by a GSM 900 antenna. The H-field amplitude in z-plane below resonator (radiating element of the antenna) is high compared to that above the resonator. A magnetic shielding is proposed in order to limit this magnetic disturbance while maintaining the antenna performance.

REFERENCES

- [1] Jawad Youssaf and Wansoo Nah, "Analysis of Electromagnetic Field Interference Between an Antenna and a Multiple-Noise Source Using Active Scattering Parameters", Conference Paper, Sungkyunkwan University, Department of Electrical and Computer Engineering, August 2017.
- [2] K.L. Wong and C.H. Chang, "Surface-mountable EMC monopole chip antenna for WLAN operation", IEEE Trans. Antennas. Propagat, vol. 54, pp. 1100-1104, Apr. 2006.
- [3] Yuan-Chih Lin, "Chip PIFA Antenna EM Compatible with Metallic I/O Connectors for Mobile Phones" High Frequency Business Department Walsin Technology Corp. Tao-Yuan 32642, Taiwan.
- [4] Kin-Lu Wong, Chih-Hua Chang, and Yuan-Chih Lin, "Printed PIFA EM Compatible With Nearby Conducting Elements", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, October 2007.
- [5] A. H. Kusuma et al, "A NEW LOW SAR ANTENNA STRUCTURE FOR WIRELESS HANDSET APPLICATIONS", Progress in Electromagnetics Research, Vol. 112, 23–40, 2011.
- [6] Sungtek Kahng, "A Metamaterial-Inspired Handset Antenna with the SAR Reduction", Dept. of Information and Telecommunication Eng., University of Incheon, IEEE 2012.
- [7] Jawad Youssaf and Wansoo Nah, "Analysis of Electromagnetic Field Interference Between an Antenna and a Multiple-Noise Source Using Active Scattering Parameters", Conference Paper, Sungkyunkwan University, Department of Electrical and Computer Engineering, August 2017.
- [8] A. H. Kusuma et al, "A NEW LOW SAR ANTENNA STRUCTURE FOR WIRELESS HANDSET APPLICATIONS", Progress in Electromagnetics Research, Vol. 112, 23–40, 2011.
- [9] Sungtek Kahng, "A Metamaterial-Inspired Handset Antenna with the SAR Reduction", Dept of Information and Télécommunication Eng., University of Incheon, IEEE 2012.
- [10] Hosang Lee et al, "Analysis of Antenna Performance Degradation due to VCO Source Using Active S-Parameters", International Symposium on Electromagnetic Compatibility, IEEE, 2018.
- [11] Hosang Lee et al, "Analysis of Antenna Performance Degradation due to VCO Source Using Active S-Parameters", International Symposium on Electromagnetic Compatibility, IEEE, 2018.
- [12] Pascal Ciaï, "Antennes multistandards pour communications mobiles", thèse de l'université de Nice-Sophia Antipolis,.
- [13] Maria I. Kitra, Low SAR ferrite handset Antenna Design, IEEE transactions on antennas and propagation, vol.55, n4, April
- [14] Boukhari Mahamat I., "Magnetic field radiated by integrated inductors and magnetic shielding", IEEE, International conference on Industrial Technology (ICIT), feb 2018, France, pp747-792.

New Hybrid Method for Efficient Imputation of Discrete Missing Attributes

Kone Dramane, Goore Bi Tra, and Kimou Kouadio Prosper

UMRI 78- Electronics and Electricity, LARIT: Computer and Telecommunications Research Laboratory, EDP/INP-HB, Yamoussoukro,
Cote d'Ivoire

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this paper, we present a hybrid method for efficiently estimating missing discrete attributes appearing in data manipulation or processing. The principle of the method consists first of all in determining the segment to which the missing value belongs and then estimating it by majority vote when possible. Otherwise, the average of the missing attribute is determined from the complete data of the segment. Several cases may arise. The case where the non-missing attributes have the same modality (they are in the same interval) is dealt with by calculating the centre of the missing attribute. M of the class and the average m attributes that are not missing. If m is less than M then the value e of the missing attribute is estimated by the value of the non-missing attribute within the interval $[a, M]$ where a is the lower bound of the modality. Otherwise, the value of the other non-missing attribute is used for estimation. The second case, where the non-missing attributes have different modalities, is treated by calculating the average m attributes that are not missing and then estimate the missing value. e by the not-missing attribute having the same modality as m . Finally, an error test based on RMSE demonstrates the effectiveness of our method.

KEYWORDS: Cleaning, Estimation, Segmentation, Classification, MAR, Data Mining.

1 INTRODUCTION

The data preparation phase is a crucial step in knowledge discovery [1]. Data cleaning is one of its most important tasks. It consists of dealing with imperfections such as inconsistencies, outliers or missing data. These imperfections are due to machine errors and human carelessness or forgetfulness. These imperfections, especially missing data, prevent the direct use of data mining algorithms for the discovery of prediction models in the collected data [2], [3]. Their presence in databases also reduces the performance of data mining algorithms [4].

The processing of missing data has a twofold interest. The first interest is to improve the quality of the data. The second is to improve the performance of the data mining algorithms, thus favouring good prediction results. To this end, the authors [5] propose the CCA (Complete Case Analysis) and LOCF (Last Observation Carried Forward) methods. Their methods are the main methods for processing missing data in nutritional trials. However, they introduce biases in the results. The authors [6] propose the DMI (Decision tree based Missing value Imputation) method to improve the quality of road accident data. They develop their method using the decision tree and the EM (Expectation Maximization) algorithm. The DMI imputes missing numerical values using the EM algorithm and missing qualitative values using the values of the majority class in the sheets.

In addition, the authors [7] propose the DSMI (Decision tree and Sampling based Missing value Imputation) based on the sampling of distributions obtained from correlation measures to impute missing values. The method also uses the decision tree and correlation. Their method focuses on the treatment of qualitative missing values. Recently, the authors [8] develop the Correlation Maximization-based Imputation Methods (CMIM) based on correlation and regression. Their method first looks for highly correlated data segments. Then, they apply linear estimation models in these segments. Applying regression models to the highly correlated data segments instead of the data set thus improves the performance of both quantitative and qualitative missing data imputation methods. However, the CMIM ignores discrete quantitative missing values and does not correctly identify highly correlated segments. The majority of recent methods do not consider the correlation between quantitative attributes and do not clearly define majority voting. If they do, they are more suitable for qualitative data. Furthermore, they do not work properly for records with at most one missing attribute [7]. Thus, imputation methods can be improved. Our aim is to propose an efficient method for imputation of quantitative missing data. The authors [6] show that the use of subsets of data in the imputation process improves the performance of the imputation methods.

In this study, we propose a new algorithm to solve some of the problems of recent methods. Our method addresses the problem of ignoring discrete missing values of records with more than one missing attribute, in addition to the qualitative values treated by the authors [7]. The method also addresses the problem of segmentation. Our method is hybrid. It combines the decision tree and an estimation based on double segmentation. The minimum distance (distance between the mean and the non-missing values of the same modality) is used as the estimation value in the horizontal segments. Our method first performs a vertical segmentation to group the attributes into classes or modalities. The objective of the vertical segmentation is to optimize the construction of decision trees and the estimation of discrete missing values. Then, it proceeds to a horizontal segmentation to obtain highly correlated data subsets. These subsets constitute the estimation segments. Finally, estimation is performed vertically in these segments attribute by attribute.

Our experiments show that the proposed algorithm has a better imputation accuracy compared to the average, KNNI, DSMI. This paper is presented as follows: Section 2 presents an analysis of related recent work on methods for processing missing data. Section 3 then describes our new model for processing missing data. Then in section 4, we present the estimation results of the model which we validate by RMSE and MAE error tests. Finally, in section 5, we analyse our results to draw the consequences.

2 LITERATURE REVIEW

There are several methods for imputing missing data in the literature. They are classified into two approaches: suppression and imputation [5]. Deletion involves eliminating all records with missing attributes from the database. This way of dealing with missing data is called full case analysis [9, pp. 35-38], [10]. It therefore leads to loss of information and significantly reduces the sample size when the proportion of missing data is large [11] - [13]. The second method of suppression is the analysis of available cases [14] - [16]. It is an improvement on full case analysis to avoid loss of information and to preserve the original data structure. However, it ignores missing values. The advantages of both methods are their simplicity of implementation and use. In addition, they are implemented by default in learning machine and statistics applications.

The imputation approach is an improvement of the suppression methods. It consists of preserving the structure of the data and therefore the sample size. In addition to the preservation, it estimates the missing value unlike the suppression methods [17], [18]. It is the best approach for dealing with missing values [18], [19]. Several imputation methods are proposed in the literature. These include mean, KNNI (k-Nearest Neighbour Imputation) [20], [21], regression [22], [23], MI (Multiple Imputation) [24], SVMi (Support Vector Machine Imputation) [25]. Imputation by mean or mode. This is one of the most frequently used methods. It consists of replacing missing data for a given quantitative attribute with the average of the complete set of values. For the qualitative attribute the mode is used [21]. More robust methods are based on the relationships between attributes. There are also two conventional approaches based on relationships between attributes. These two approaches are the global approach [26], [27] and the local approach [7], [8], [28].

The author [27] develops the Expectation Maximization Imputation (EMI) method which deals with quantitative missing values. Missing values are imputed on the basis of the matrix of mean and covariance. The EMI method begins with an initial estimation of the mean and covariance matrix. It then proceeds through one iteration until the imputed values and the matrix are approximately equal from the previous iteration. For each record, missing values are estimated based on the relationship between the attributes. EMI outperforms conventional EM methods in datasets with more records than attributes. The EMI method only works for quantitative missing values and applies to a random data set. In addition, it applies to datasets with high correlations between attributes.

The EMI imputes only quantitative missing values. The basic idea of the FIMUS (Framework for Imputing Missing values Using co-appearance, correlation and similarity analysis) method [26] is to impute qualitative missing values. The authors use co-appearance, correlation and similarity of values of an attribute. These three parameters are used to impute qualitative missing values. FIMUS uses similarity and co-appearance at the same time. Two levels of similarity are calculated using the co-appearance of attribute values of records in a dataset. The first level of similarity is calculated using the co-appearance of attribute values of records. The second level uses the direct neighbour method. FIMUS also takes into account all the records in a dataset for the imputation of missing values. However, its main problem is its mathematical complexity. For imputation, similarity values depend on co-occurrence values. Indeed, FIMUS multiplies the similarity value by the co-appearance value. If there is no co-appearance value, then the associated similarity value has no impact to impute the missing values. In addition, it assigns a massive calculation to the similarity graphs when the number of records in the dataset is large. Validation of the accuracy of the imputation is done using RMSE (Root Mean Square Error) and the concordance index.

The EMI and FIMUS methods use the full set of data. Their imputation accuracy is better in a dataset with higher correlations than in a dataset with lower correlations. The authors [29] show that Correlations between attributes within a horizontal partition of a dataset can be higher than correlations across the dataset. Their method called DMI is an extension of the EMI method and deals with data sets with low correlations. It uses the C4.5 decision tree algorithm and the EMI estimation technique. First, DMI divides the data set into a number of horizontal segments obtained from the decision tree leaves. The correlations between the attributes of the records in a leaf are higher than the correlations of the attributes in the dataset. Thus, the DMI estimates missing values for records in a leaf using the EMI rather than for all records in the dataset [26], [27]. The DMI impute numeric missing values using the EMI. While the majority vote of the class value is used to estimate the qualitative missing value. The DMI method is significantly superior to EMI. However, it suffers

from various problems. First, it does not work if all records have the same value for a numeric attribute. Second, it is useless when all numerical values are missing from a record. A more serious problem is that the authors do not handle the imputation of records with missing values that are found in more than one sheet. In addition, it suffers from a complexity of computation time. This problem is due to its technique of estimating EMI to a small data set.

The authors [29] maintain the advantages of the DMI method and propose the iDMI method. Their study focuses on one of the problems of the DMI method. They deal with the complexity of the computational time of the DMI method in a smaller data set. The authors show that iDMI requires less computing time than DMI and IBLLS (Iterative Bicluster-based Least Square) [30]. Since it uses a sheet, instead of the data set, for the calculation of the mean value.

The authors [7] propose a further refinement of the iDMI method on more real road accident data sets in order to achieve greater imputation accuracy. This method is called DSMI. It imputes both quantitative and qualitative attributes unlike EMI. Missing attributes are imputed by calculating the IS (Interest factor and Support count) correlation between the missing attributes and those observed in a record. For this purpose, two correlation measures are used, a direct one called 1st level similarity and a transitory one called 2nd level similarity or weighted similarity measure. To account for the uncertainty inherent in actual data, the DSMI imputes missing attributes prior to correlation by sampling from a list of potential imputed values based on the degree of affinity. Random sampling by affinity helps to reduce systematic bias in the imputed dataset. Experience shows that DSMI outperforms DMI, iDMI, KNNI, FIMUS methods on qualitative data sets. However, the method does not work for records containing at most one missing attribute and requires a longer computation time. DSMI suffers a loss of performance when faced with a large number of records with a quantitative missing attribute.

The authors [28] divide the data set like DSMI into two subsets, MissA and NonMissA, in order to improve imputation of quantitative missing attributes, so that the method works for all records with at most one missing attribute. The Model based Missing value Imputation using Correlation (MMIC) method uses the same IS correlation measure as the DSMI method [7], this time determining a correlation index before and after imputation. Thus, three correlation index models MMIC1, MMIC2 and MMIC3 are used. The KNN algorithm applied to the MMIC model imputes both categorical and numerical attributes. For each missing attribute, it generates a table T containing the closest K neighbours to the record containing the missing value. The MMIC calculates the correlation index from the T-table using IS correlation and weighted similarity measures. After calculating the correlation index for each value, the maximum correlation index value is selected for the qualitative attribute imputation and the mean for the quantitative attribute. The MMIC generates an attribute ranking indicating the very first attribute to be used for imputation of missing data and provides an offset for the numerical values. In this way, the MMIC increases the accuracy of classifiers in the classification domain. However, it introduces biases in the imputation of quantitative attributes and decreases accuracy by increasing the average error when the rate of missing attributes is large.

The authors [8] improve the accuracy of imputation from previous work with ten imputation methods based on maximising CMIM correlation. The method consists in finding data segments with strong linear relationships between their characteristics using a well-known criterion. Thus, unlike the DMI method, the CMIM approach directly uses correlation for the estimation of missing data and also accurately measures the degree of correlation. Unlike the FIMUS method which does not use any advanced technique. The CMIM approach estimates missing values by applying regression models to discovered segments. Unlike conventional regression-based imputation methods that apply regression models to the entire data set, the proposed approach applies regression models to highly correlated data segments in order to obtain lower prediction errors. CMIM does not require complex non-linear models to estimate missing values. A ranking system is also used to determine the priority of imputation for each missing characteristic. However, the CMIM ignores discrete missing attributes. Also, the CMIM method has difficulties in selecting the best sub-set of highly correlated data. In addition, it requires more computation time and the ranking of characteristics is only performed once during the entire imputation process.

3 PROPOSED METHOD

3.1 RATING

Our study exploits two segments of modality represented by C_n . with $n \in \{1,2\}$ or $C_1 = [18, 35[$ and $C_2 = [35, 65]$. We refer to a_{ij} the occurrence of an attribute located in the missing or complete data table at the i^{eme} line and the j^{eme} column. i designating the registration number and j the attribute number. We introduce the following quantitative quantities. Either m the average number of occurrences a_{ij} , M the centre of the modality and e estimation of the missing value. In addition, we refer to a, b, c the limits of the different modalities. Δ is the deviation from the mean m and each of the non-missing values a_{ij} . D_c . the complete data set. D_m , the missing data set. D_o , the original data set. Ri the records of these different datasets.

3.2 OUR METHOD

A novelty of our approach is the combination of vertical and horizontal segmentation.

The first segmentation is vertical. Its main interest is the creation of the modalities C_n upstream to allow the processing of discrete attributes. The modalities C_1 , C_2 created allow the grouping of similar or correlated records. The values a_{ij} correlated values resulting from the pooling represent the set of plausible estimation values.

The second segmentation is horizontal. It consists in selecting the terminal nodes or leaves from the construction of decision trees. The end nodes constitute the horizontal segments. In these segments, we estimate the missing occurrences by the minimum distance Δ calculated between the values a_{i1} and the average m . The different decision trees are constructed from the complete data set (Table 2).

To do this, the original data set (Table 1) is partitioned into two sets D_c and D_m . Each missing record is assigned to an appropriate sheet (Fig. 2). Thus, the horizontal segments contain both records with complete and incomplete correlated attributes. We present our model and implement it from the original data set D_o of Table 1.

Table 1. Original data set D_o

Ri	Age	Salary	DF	Sex	DTS
R1	39	77516	13	Male	40
R2	50	83311	13	Male	13
R3	38	215646	9	Male	40
R4	?	234721	7	Male	40
R5	28	338409	13	Female	40
R6	?	284582	14	Female	40
R7	49	160187	5	Female	16
R8	52	209642	9	Male	45
R9	31	45781	14	Female	50
R10	42	159449	13	Male	40

The original data set D_o is partitioned into D_c and D_m . These sets are represented by Table 2 and 3 respectively.

Table 2. Complete data set D_c

Ri	Age	Salary	DF	Sex	DTS
R1	39	77516	13	Male	40
R2	50	83311	13	Male	13
R3	38	215646	9	Male	40
R5	28	338409	13	Female	40
R8	52	209642	9	Male	45
R7	49	160187	5	Female	16
R9	31	45781	14	Female	50
R10	42	159449	13	Male	40

Table 3. Missing data set D_m

Ri	Age	Salary	DF	Sex	DTS
R4	?	234721	7	Male	40
R6	?	284582	14	Female	40

The Age attribute contains missing values for records R4, R6. For their processing, we first segment the Age attribute vertically into two modalities. In this case, the Age attribute values in the set D_c (Table 2) are filtered in ascending order. Then, duplicates are removed in order to proceed with segmentation according to the reality of the study. This segmentation is repeated for all quantitative attributes. It is represented in the following Fig.1:

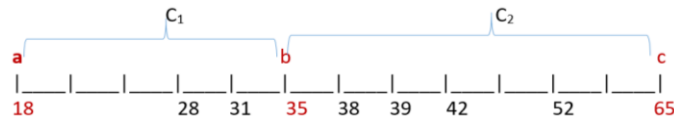


Fig. 1. Vertical segmentation of modalities

We construct the decision tree for the Age attribute using the C4.5 algorithm [7]. The tree is constructed from D_c (Table 2). It is also a matter of predicting sets of plausible values for estimating the Age attribute using the formula $\text{Age} \sim \text{Salary} + \text{DF} + \text{Sex} + \text{DTS}$. The ends of the tree represent leaves or horizontal segments (Fig. 2). In our case, we have three leaves. We assign the missing records R4 and R6 to the appropriate leaves. Thus, they are found in the leaves Leaf 2 and Leaf 3. Sheets 2 and 3 are represented by Tables 4 and 5 respectively.

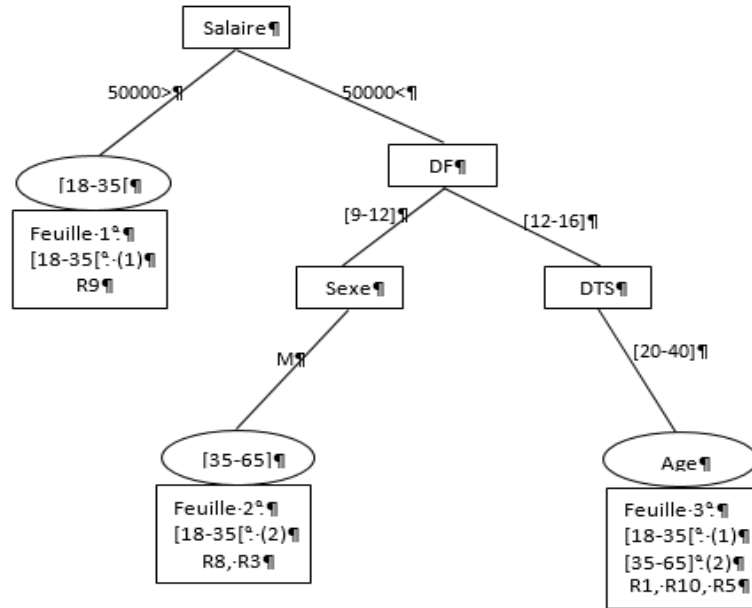


Fig. 2. Age attribute tree

Table 4. Recording Sheet 2 or Horizontal Segment 1

R_i	Age	Salary	DF	Sex	DTS
R3	38	215646	9	Male	40
R8	52	209642	9	Male	45
R4	?	234721	7	Male	40

Table 5. Recording Sheet 3 or Horizontal Segment 2

R_i	Age	Salary	DF	Sex	DTS
R1	39	77516	13	Male	40
R5	28	338409	13	Female	40
R10	42	159449	13	Male	40
R6	?	284582	14	Female	40

The processing of missing data by our model is done in four cases as follows:

- **First case: the two not-missing attributes belong to the same modality**

The modality represents the numerical segment obtained during the vertical segmentation of numerical or discrete attributes. Occurrences 38 and 52 belong to the same modality. $C_2 = [35; 65]$. In this case, we calculate the centre of the modality $M = \frac{35+65}{2} =$

50, then the average of the non-missing values $m = \frac{38+52}{2} = 45$. If $m < M$ then the estimate of the missing value e is equal to the value of the non-missing attribute in the segment $[35, 50]$ [i.e. 38]. Illustrated in Fig. 3.

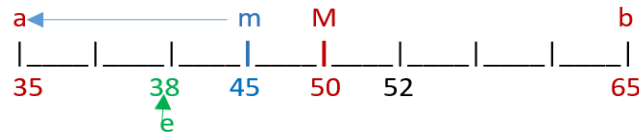


Fig. 3. Diagrams of case 1 estimation

- Second case: non-missing attributes belong to different modalities

The average of the values of the Age attribute in Table 4 is given by the formula $m = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i a_{ij}$. This results in $m = \frac{30+50}{2} = 40$. Then, we deduce the missing value estimate by choosing the non-missing value belonging to the segment containing the mean value. m (see Fig. 4).

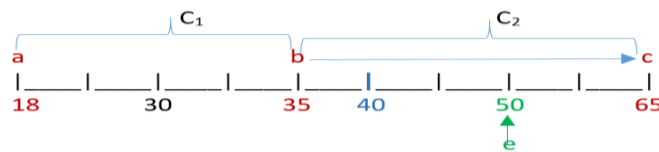


Fig. 4. Diagrams of case 2 estimation

- Third case: several attributes that are not missing in the same modality.

This is the same principle as the first case. But this time, we introduce the distance noted Δ . It is defined by $\Delta = \inf |m - a_{ij}|$. It represents the minimum distance between the average m and the non-missing attributes that are in the same segment as m .

Either $m = \frac{37+38+45+55+60+50}{6} = 48$. The estimated value lies in the range of $[35, 50]$. The following distance table can be used to determine the final estimated value.

Table 6. Minimum distance case 3

Attributes a_{ij}	37	38	45	48	50
Distance Δ	11	10	3	0	2

$\Delta = 0$, is the smallest of the distances to the average. It corresponds to the value of the not-missing attribute 48. We deduce from this that the estimate of the missing value e is 48 ($e = 48$). Diagram shown in Fig. 5 :

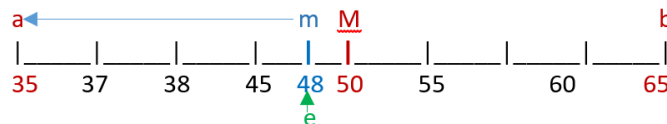


Fig. 5. Diagrams of case 3 estimation

- Fourth case : Several not-missing attributes in different modalities

This is the same principle as the second case. We also use the distance Δ which is the minimum of the distances between the average and the data with not missing values of the same modality as m . Then the estimate of the third case is applied.

$$a_{i1} = \{25, 27, 28, 39, 40, 42, 47, 48\}; m = \frac{25+27+28+39+40+42+47+48}{8} = 36; 36 \in C_1 \text{ then } e \in \{39, 40, 42, 47, 48\}$$

The distance table below is used to determine the final estimated value.

Table 7. Minimum distance case 4

Attributes a_{ij}	39	40	42	47	48
Distance Δ	3	4	6	11	12

$\Delta = 3$ is closer to $m = 36$ than $e = 39$. This is shown in Fig. 6 :

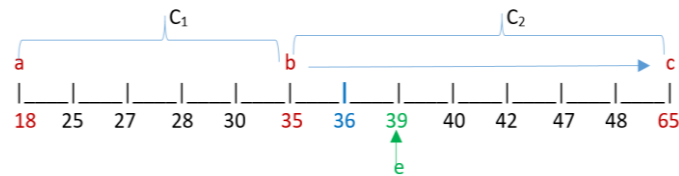


Fig. 6. Diagrams of case 4 estimation

We formalise our model for the treatment of discrete attributes by means of the flowchart in Fig. 7. This flowchart defines the main steps of our model. We name our method HMID (Hybrid Method Imputation of Discrete Missing Attributes).

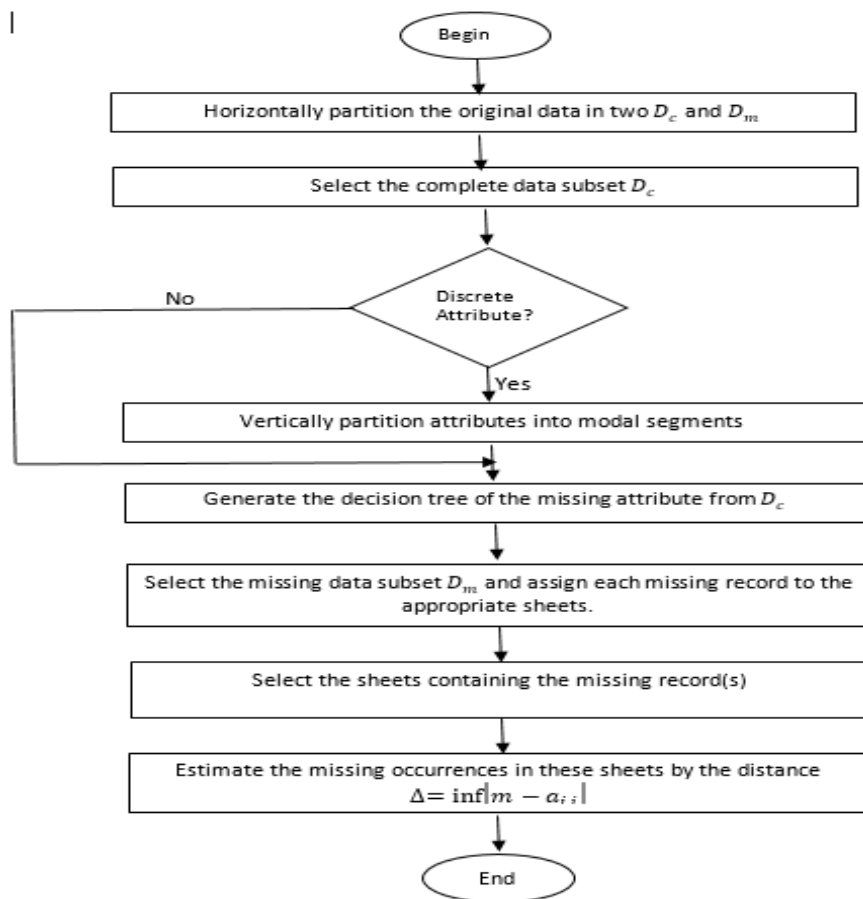


Fig. 7. Flow chart of our method

3.3 THE MODEL ALGORITHM

Algorithm

Step I: Horizontal Partitioning of the Original Data Set D_o in two D_c and D_m

Step II: Vertically partition the attributes into modality segments
 Select the set D_c
 Find Discrete Attributes A
FOR each A **DO**
 $ModalitePlage \leftarrow$ Rank in ascending order
 Share $ModalitePlage$ in : $A' \leftarrow C_1$ and C_2
END
 Add each A' to the whole D_c : $NewD_c \leftarrow D_c + A'$

Step III: Generate the set of decision trees using C4.5 from $NewD_c$ where each missing occurrence of A in missing in D_m

Step IV: Assign the records of D_m in the leaves of the decision trees and create the horizontal segments S of these recordings

Step VI: Impute missing values
FOR each horizontal segment S **DO**
 FOR for each occurrence a_{ij} in S **DO**
 Determine the number of occurrences a_{ij} attribute of the A in S or N this number.
 Case 1: Occurrence in the same modality
 IF $N \leq 2$ **THEN**
 $M \leftarrow \frac{a+b}{N}$
 $m \leftarrow \frac{a_{1j}+a_{2j}}{N}$
 IF $m < M$ **THEN**
 $e \leftarrow a_{ij} \in [a - M[$
 END
 END
 Case 2: Occurrence in different modality
 IF $N \leq 2$ **THEN**
 $m \leftarrow \frac{a_{1j} + a_{2j}}{N}$
 $e \leftarrow a_{ij} \in \{a_{ij}, m\}$
 END
 Case 3: Generalization with several occurrences
 IF $N > 2$ **THEN**
 $m \leftarrow \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_{ij}$
 END
 Determine the modality of $m \in C_n$
 FOR each $a_{ij} \in C_n$ **DO**
 Calculate $\Delta = \inf |m - a_{ij}|$
 END
 Generate the table T of distance from C_n
 $e \leftarrow Min(\Delta) de T$
 END
END

4 RESULTS

The algorithm is developed with the programming language R using the VIM (Visualization and Imputation of Missing values) library [31]. Each experiment is repeated six times. The average performance is presented as the final result. All missing values are inserted according to the random missing data (MAR) mechanism [13], [16]. In this mechanism, the probability that a value is missing is independent of the missing values. However, it depends on the complete values. We also use a uni-varied structure. In this structure, only the missing values belong to one and only one attribute [16].

Our data is extracted from the UCI Machine Learning database [32]. These data relate to the US population census in 1994. Its main objective was to predict the age groups with an annual wage gain of more than 50,000 euros. These data contain the US population group between 16 and 100 with at least one year of training (DF) and non-zero hours worked per week (DTS). This database contains twelve attributes such as age, salary, weekly working hours, to name but a few. This database is used to test our missing data processing model. We limit our study to the following five attributes Age, duration of training (DF), weekly working time (DTS), Sex and Salary. Also,

there are no missing data in the existing database. For the purposes of applying our model, we delete data in order to obtain missing data. The missing data are introduced according to these six missing data rates 5%, 10%, 15%, 20%, 30% and 40%. The missing data thus obtained are estimated by our model. The results of these estimates are given in Fig. 8. After their estimation, the values obtained are compared with the initial suppressed data (see Fig. 9).

Using two evaluation criteria and a correlation coefficient, we show the effectiveness of our method. These criteria are Root Mean Square Error (RMSE) [7], [10], Mean Absolute Error (MAE) [8] and correlation coefficient RV [33], [34]. RMSE is the most widely used performance indicator to measure the accuracy of predictions. These results are given in Table 7. The MAE assesses the closeness of the estimated values to the initial values (see Table 6). The RV measures the ratio of the initial data set to the estimated data set. The calculated RV coefficient is equal to one (RV=1). It is between [0, 1]. The higher the RV; the lower the MAE and RMSE values (see Tables 6 and 7 respectively), the better imputation performance. These criteria are formalised as follows:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \epsilon_{ij}^2} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\epsilon_{ij}| \quad (2)$$

a_{ij} represents the original value and e_{ij} the estimated value. Error ϵ_{ij} , $\epsilon_{ij} = e_{ij} - a_{ij}$

$$RV(X^{(i)}, X^{(j)}) = \frac{tr(S_{ij}S_{ji})}{\sqrt{tr(S_{ii}^2)tr(S_{jj}^2)}} \quad (3)$$

With $S_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum (X_a^{(i)} - \bar{X}^{(i)}) (X_a^{(j)} - \bar{X}^{(j)})'$; $i, j = 1; 2$

In addition, we compare our HMID (Hybrid Method Imputation of Discrete Missing Attributes) with the DSMI method, the KNNI (see Fig. 10). Our HMID outperforms these methods.

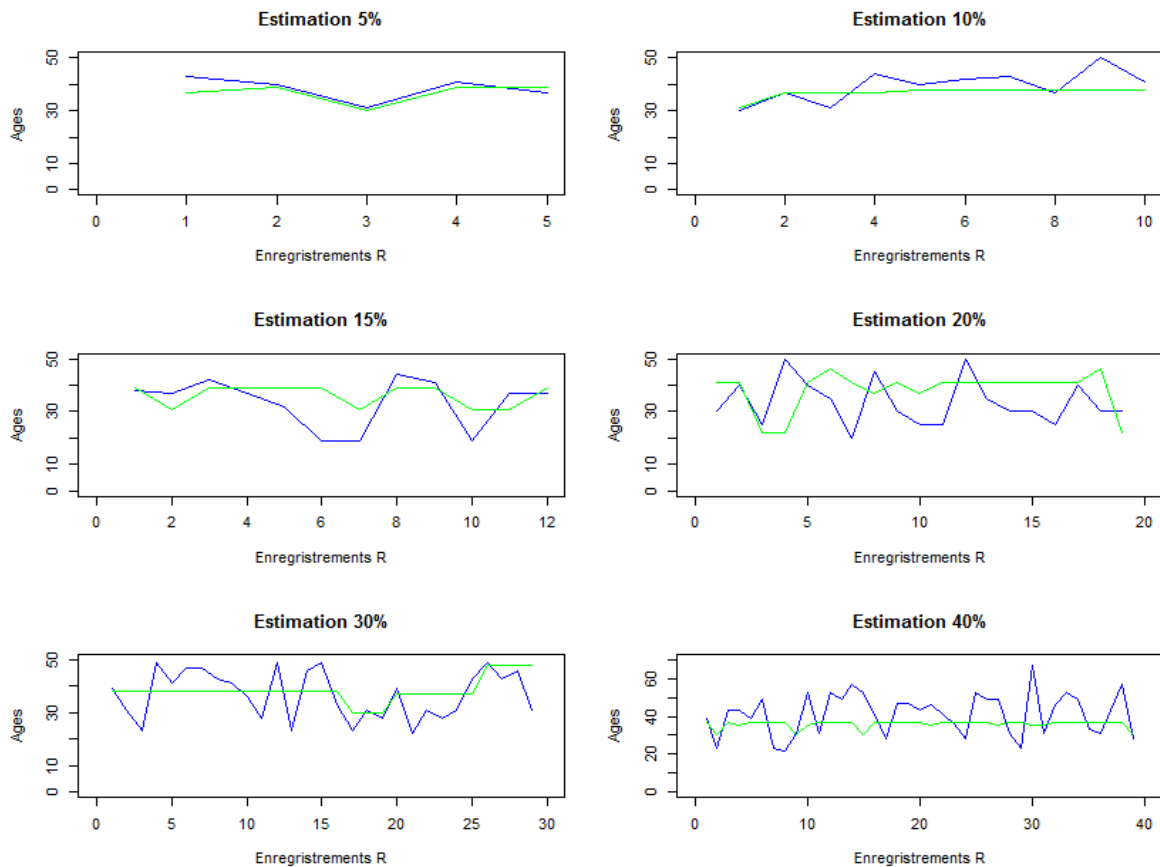


Fig. 8. Results of the estimation of missing values

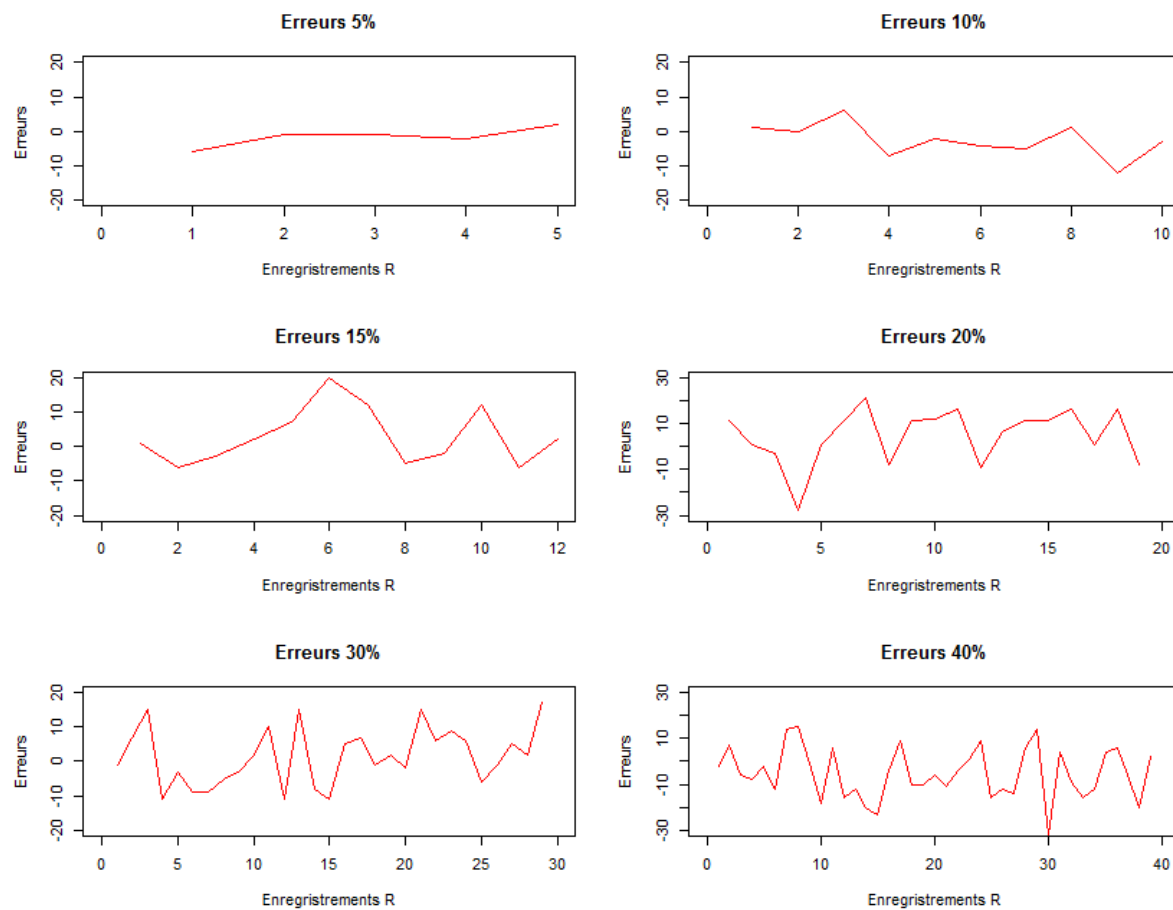


Fig. 9. Estimation errors according to the missing rate

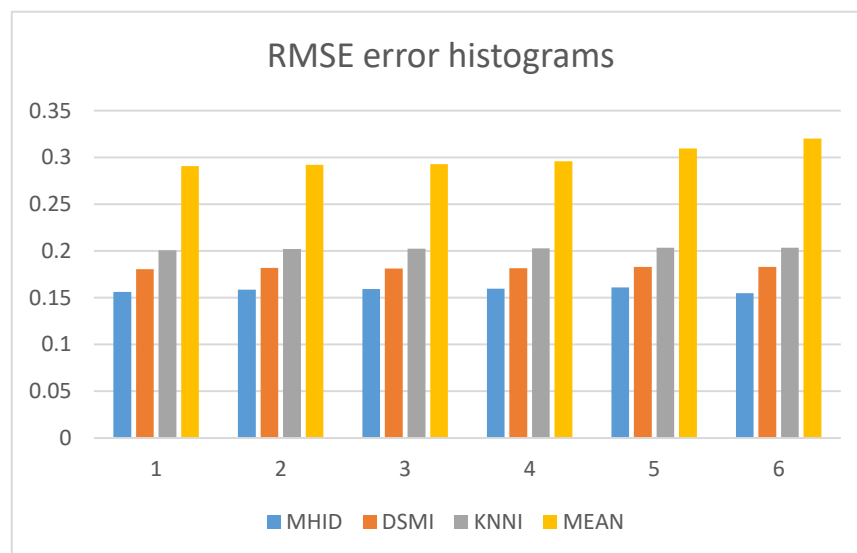


Fig. 10. Overall RMSE error rates

Table 8. MAE results

Rates	MAE			
	HMID	DSMI	KNNI	MEAN
5%	0,1662	0,1704	0,1706	0,2706
10%	0,1686	0,1718	0,1722	0,2721
15%	0,1692	0,1712	0,1725	0,2727
20%	0,1696	0,1714	0,1727	0,2758
30%	0,1710	0,1728	0,1734	0,2894
40%	0,1648	0,1729	0,1735	0,3001

Table 9. RMSE results

Rates	RMSE			
	HMID	DSMI	KNNI	MEAN
5%	0,1862	0,1904	0,1906	0,2906
10%	0,1886	0,1918	0,1922	0,2921
15%	0,1892	0,1912	0,1925	0,2927
20%	0,1896	0,1914	0,1927	0,2958
30%	0,1910	0,1928	0,1934	0,3094
40%	0,1848	0,1929	0,1935	0,3201

5 DISCUSSION

Our experiments show that our model is effective in dealing with discrete missing data as shown in Figure 8. Indeed, it retains monotony. Also, when the database size is large, it has similar properties to the KNNI algorithm [31]. Decision tree induction can handle continuous values. Furthermore, it allows multiple estimation of missing values of the same attribute, thus reducing the high variability of the dispersion, unlike the mean imputation method. The mean imputation method estimates a single value for all records with missing values. This single value is the average of all complete values of the missing attribute.

Our model approximately reproduces all shapes of horizontal segments unlike CMIM [8]. The CMIM which has difficulty in finding highly correlated horizontal segments. One of the advantages of the HMID is its handling of missing values that fall into narrowly reduced segments. We favour its use in domains where the number of descriptors is high in large sample sizes. However, HMID has areas of instability due to extreme values of the modalities (see Fig. 8). Consequently, occurrences closer to the lower end are overestimated. While those at the upper end are underestimated. This under- or over-estimation induces noisy data in the dataset. The HMID outperforms the DSMI, KNNI and mean methods with an average RMSE rate of 0.1682 (see Table 7). Our model outperforms DSMI, KNNI and the mean with missing data proportions ranging from 5% to 40%. The DSMI, like ours, uses the decision tree and majority vote to impute missing values. KNNI uses the complete occurrences of the nearest K neighbours. In the case of qualitative occurrences, KNNI uses the majority vote among the closest K neighbours, otherwise the average. The results (see Table 6) show the increase in the RMSE and MAE error rate as a function of the rate of missing values. When the RV correlation between the original data set and the estimated data set tends towards 1, the lower the RMSE and MAE decreases. Attribute correlations are natural properties of a data set. These correlations cannot be improved or changed for the dataset [6]. Thus, our calculated correlation coefficient (RV=1) shows that our method does not change the structure of the dataset unlike the mean imputation method. Our model provides better results for the imputation of discrete data.

6 CONCLUSION

In this paper, we use a hybrid approach to estimate missing values of discrete attributes. The case where several records have at most one missing attribute. In this context, we implement the method in different cases. The first case where only two complete occurrences fall in a horizontal segment, the estimation is done with non-missing attributes belonging to the same modality and then with different modalities. The second case deals with the estimation of missing attributes from several data that may belong to different modalities. The model has been validated using MAE, RMSE and RV correlation measurements with very good accuracy. Our method HMID outperforms methods such as mean, KNNI, DSMI in a uni-varied structure data set. In the future, we plan to extend our method to the processing of records with several missing attributes. The difficulty with these records is that they fall into several sheets. Thus, their estimation is ignored by the majority of current methods. We also plan to propose awareness raising tools upstream of data

collection. This practice could reduce the proportion of missing data in order to improve both the performance of Data Mining algorithms and data cleaning methods.

REFERENCES

- [1] S. Ramírez-Gallego, B. Krawczyk, S. García, M. Woźniak, et F. Herrera, " A survey on data preprocessing for data stream mining: Current status and future directions ", *Neurocomputing*, vol. 239, p. 39-57, mai 2017, doi: 10.1016/j.neucom.2017.01.078.
- [2] H. Nugroho et K. Surendro, " Missing Data Problem in Predictive Analytics ", in *Proceedings of the 2019 8th International Conference on Software and Computer Applications - ICSCA '19*, Penang, Malaysia, 2019, p. 95-100, doi: 10.1145/3316615.3316730.
- [3] U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, et P. Smyth, " From data mining to knowledge discovery: an overview ", in *Advances in knowledge discovery and data mining*, USA: American Association for Artificial Intelligence, 1996, p. 1-34.
- [4] U. Garciarena et R. Santana, " An extensive analysis of the interaction between missing data types, imputation methods, and supervised classifiers ", *Expert Syst. Appl.*, vol. 89, p. 52-65, déc. 2017, doi: 10.1016/j.eswa.2017.07.026.
- [5] P. Li et E. A. Stuart, " Best (but oft-forgotten) practices: missing data methods in randomized controlled nutrition trials ", *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 109, no 3, p. 504-508, mars 2019, doi: 10.1093/ajcn/nqy271.
- [6] Md. G. Rahman et M. Z. Islam, " Missing value imputation using decision trees and decision forests by splitting and merging records: Two novel techniques ", *Knowl.-Based Syst.*, vol. 53, p. 51-65, nov. 2013, doi: 10.1016/j.knosys.2013.08.023.
- [7] R. Deb and A. W.-C. Liew, " Missing value imputation for the analysis of incomplete traffic accident data ", *Inf. Sci. Vol.* 339, pp. 274-289, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.ins.2016.01.018.
- [8] A. M. Sefidian et N. Daneshpour, " Estimating missing data using novel correlation maximization based methods ", *Appl. Soft Comput.*, vol. 91, p. 106249, juin 2020, doi: 10.1016/j.asoc.2020.106249.
- [9] V. H. Bousquet, " Traitement des données manquantes en épidémiologie: application de l'imputation multiple à des données de surveillance et d'enquêtes ", p. 339, 2012.
- [10] P. McMahon, T. Zhang, et R. A. Dwight, " Approaches to Dealing With Missing Data in Railway Asset Management ", *IEEE Access*, vol. 8, p. 48177-48194, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2978902.
- [11] J. L. Peugh et C. K. Enders, " Missing Data in Educational Research: A Review of Reporting Practices and Suggestions for Improvement ", *Rev. Educ. Res.*, vol. 74, no 4, p. 525-556, déc. 2004, doi: 10.3102/00346543074004525.
- [12] J. L. Schafer et J. W. Graham, " Missing data: Our view of the state of the art. ", *Psychol. Methods*, vol. 7, no 2, p. 147-177, 2002, doi: 10.1037/1082-989X.7.2.147.
- [13] R. J. A. Little et D. B. Rubin, *Statistical analysis with missing data*, Third edition. Hoboken, NJ: Wiley, 2019.
- [14] J. Huang, Y.-F. Li, et M. Xie, " An empirical analysis of data preprocessing for machine learning-based software cost estimation ", *Inf. Softw. Technol.*, vol. 67, p. 108-127, nov. 2015, doi: 10.1016/j.infsof.2015.07.004.
- [15] R. J. A. Little, " Regression With Missing X's : A Review ", *J. Am. Stat. Assoc.*, p. 22, 1992.
- [16] A. Imbert, " Describing, taking into account, imputing and evaluating missing values in studies statistiques : a review of existing approaches ", *J. Soc. Franc.aise Stat. Stat.*, vol. 159, no. 2, p. 55, 2018.
- [17] Q. Song, M. Shepperd, X. Chen, et J. Liu, " Can k-NN imputation improve the performance of C4.5 with small software project data sets? A comparative evaluation ", p. 10, 2008.
- [18] G. E. A. P. A. Batista et M. C. Monard, " An analysis of four missing data treatment methods for supervised learning ", *Appl. Artif. Intell.*, vol. 17, no 5-6, p. 519-533, mai 2003, doi: 10.1080/713827181.
- [19] P. Madley-Dowd, R. Hughes, K. Tilling, et J. Heron, " The proportion of missing data should not be used to guide decisions on multiple imputation ", *J. Clin. Epidemiol.*, vol. 110, p. 63-73, juin 2019, doi: 10.1016/j.jclinepi.2019.02.016.
- [20] J. Huang et al., " Cross-validation based K nearest neighbor imputation for software quality datasets: An empirical study ", *J. Syst. Softw.*, vol. 132, p. 226-252, oct. 2017, doi: 10.1016/j.jss.2017.07.012.
- [21] T. Aljuaid et S. Sasi, " Proper imputation techniques for missing values in data sets ", in *2016 International Conference on Data Science and Engineering (ICDSE)*, Cochin, India, août 2016, p. 1-5, doi: 10.1109/ICDSE.2016.7823957.
- [22] Andrew Gelman & Jennifer Hill, *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Columbia University, New York, 2006.
- [23] Nurzaman, T. Siswantining, S. M. Soemartojo, et D. Sarwinda, " Application of Sequential Regression Multivariate Imputation Method on Multivariate Normal Missing Data ", in *2019 3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*, Semarang, Indonesia, oct. 2019, p. 1-6, doi: 10.1109/ICICoS48119.2019.8982423.
- [24] D. B. Rubin, Éd., *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1987.
- [25] J. Wang et al., " An Improvement of Support Vector Machine Imputation Algorithm Based on Multiple Iteration and Grid Search Strategies ", in *2020 IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIoT)*, Doha, Qatar, févr. 2020, p. 538-543, doi: 10.1109/ICIoT48696.2020.9089571.
- [26] Md. G. Rahman et M. Z. Islam, " FIMUS: A framework for imputing missing values using co-appearance, correlation and similarity analysis ", *Knowl.-Based Syst.*, vol. 56, p. 311-327, janv. 2014, doi: 10.1016/j.knosys.2013.12.005.

- [27] T. Schneider, " Analysis of Incomplete Climate Data: Estimation of Mean Values and Covariance Matrices and Imputation of Missing Values ", J. Clim., vol. 14, p. 19, 2001.
- [28] S. A. Zahin, C. F. Ahmed, et T. Alam, " An effective method for classification with missing values ", Appl. Intell., vol. 48, no 10, p. 3209-3230, oct. 2018, doi: 10.1007/s10489-018-1139-9.
- [29] M. G. Rahman et M. Z. Islam, " iDMI: A novel technique for missing value imputation using a decision tree and expectation-maximization algorithm ", in 16th Int'l Conf. Computer and Information Technology, Khulna, mars 2014, p. 496-501, doi: 10.1109/ICCITech.2014.6997351.
- [30] K. O. Cheng, N. F. Law, et W. C. Siu, " Iterative bicluster-based least square framework for estimation of missing values in microarray gene expression data ", Pattern Recognit., vol. 45, no 4, p. 1281-1289, avr. 2012, doi: 10.1016/j.patcog.2011.10.012.
- [31] A. Kowarik and M. Templ, "Imputation with the R Package VIM", J. Stat. Softw. Vol. 74, No. 7, 2016, doi: 10.18637/jss.v074.i07.
- [32] Ronny Kohavi and Barry Becker, "UCI Machine Learning Repository: Adult Data Set", 1994. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Adult> (accessed Sept. 08, 2020).
- [33] M. Rauf Ahmad, " A significance test of the RV coefficient in high dimensions ", Comput. Stat. Data Anal., vol. 131, p. 116-130, mars 2019, doi: 10.1016/j.csda.2018.10.008.
- [34] P. Robert and Y. Escoufier, "A Unifying Tool for Linear Multivariate Statistical Methods: The RV- Coefficient", Appl. Stat. Appl. Stat., vol. 25, no. 3, p. 257, 1976, doi: 10.2307/2347233.

Organisation de la mutuelle de santé et accessibilité aux soins par les étudiants des institutions supérieures et universitaires de la ville de Gemena: Cas des étudiants de l'ISTM Gemena (Province de Sud-Ubangi, RDC)

[Organization of mutual health insurance and accessibility to care by students of higher and university institutions in the city of Gemena: Case of students from ISTM Gemena (Province of Sud-Ubangi, DRC)]

Mwalikutu Mondombe Olivier¹, Mambesa Bainamboka Martin¹, Ekpimbo Mambokolo Clairs¹, Matondo Kwa Nzambi Marie-Claire¹, and Tshimungu Kandolo Félicien²

¹Assistant (Enseignant) à l'ISTM Gemena, Sud-Ubangi, RD Congo

²Professeur, Docteur en Demographie et santé publique, RD Congo

Copyright © 2021 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: Far from being a reality in the daily life of populations, access to quality health care is more like a propagandist leitmotif in the head of the decision-making bodies of our country's health system. Are there not, however, means to facilitate this access? this is the question that lurks in the heads of those who suffer in search of such quality care. Several solutions can be proposed to gain access to care and achieve the goal of universal health coverage. And for poor or developing countries, the appropriate solution remains the pooling of available resources despite their limitations. Academic institutions, places of training and melting pot for the youth and future of the country can serve as laboratories to develop these experiences before considering their extension within the wider community. Mutual health insurance is a system of solidarity between the members of a professional group of mutual assistance, this organization brings together people of the same category or tendency to belong to.

KEYWORDS: Mutual, health care, student.

RESUME: Loin d'être une réalité dans le quotidien des populations, l'accès aux soins de santé de qualité passe plutôt comme un leitmotiv aux allures propagandistes dans le chef des instances décisionnelles du système de santé de notre pays. N'y a-t-il pourtant pas des moyens pour faciliter cet accès ? telle est la question qui rode les têtes de ceux qui souffrent à la recherche de ces soins de qualité. Plusieurs solutions peuvent être proposées pour avoir accès aux soins et atteindre l'objectif de la couverture sanitaire universelle. Et pour les pays pauvres ou en voie de développement, la solution idoine reste la mutualisation des moyens disponibles malgré leurs limites. Les institutions universitaires, lieux de formation et creuset pour la jeunesse et l'avenir du pays peuvent servir des laboratoires en vue de développer ces expériences avant d'envisager leur extension au sein de la communauté plus large. La mutuelle de santé c'est un système de solidarité entre les membres d'un groupe professionnel d'entraide mutuelle, cette organisation regroupe des gens de même catégorie ou tendance d'appartenance.

MOTS-CLEFS: Mutuelle santé soins étudiants.

1 INTRODUCTION

La santé constitue une préoccupation majeure pour tout un chacun, un des droits fondamentaux inaliénables reconnus aux êtres humains, repris dans toutes les constitutions ou presque et dans des traités internationaux; un élément central du développement des politiques sanitaires demeure celui de l'accès aux soins. (COHEUR, A. 2009)

Si la santé est un bien essentiel, la protection sociale est un indispensable édifice pour la conserver. Il est certain que les dépenses qu'elle occasionne ne peuvent être prévues ni quant à leur montant, ni à la période où elles seront engagées. Cependant, la santé n'a pas de prix, mais les services de santé, eux ont un coût ... (TSHIMUNGU F., 2018).

L'Etat finance la santé, mais la proportion du budget national alloué à la santé est très variable et reste généralement inférieure à 15%. Les communautés continuent d'assumer la plus grande part du financement de la santé depuis les initiatives de Bamako et les politiques de recouvrement des coûts. On note que plus un pays n'est pauvre et plus sa population ne finance les dépenses de santé. (FONTEYNE, G., 2012; BERNARD, A. BIT/STEP, 2008).

Par ailleurs, l'évolution de la société engendre une « judiciarisation » des activités et l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans le management des entreprises est considérée comme normale, voire évidente (B.I.P/STEP, 2003).

L'amélioration de l'utilisation des services de sécurité reste une priorité de la R.D.C. Malgré une augmentation de structures sanitaires, la fréquentation tout comme le coût des soins de santé n'ont pas du tout changés et l'accès aux soins de santé reste un épineux problème pour la plupart des familles. Il n'est pas possible en R.D.C de garantir l'accès aux soins de toute la population, peu d'initiatives sont prises en faveur de la protection contre le risque maladie, des personnes non couvertes par les régimes de la sécurité sociale et parfois, il est déplorable de constater que, même les bénéficiaires de régime de sécurité sociale ne sont pas pris en charge totalement en cas d'une affection.

En effet, il existe plusieurs modalités que les praticiens utilisent pour améliorer l'accès aux soins, et la forme la plus connue reste l'adhésion à une mutuelle de santé (B.I.P/STEP, 2003).

Deux systèmes principaux s'organisent à travers le monde à savoir: Privé et Public. Chaque pays adopte un des systèmes selon son contexte, et chacun des systèmes compte 7 modèles que chaque pays adapte à ses réalités (TSHIMUNGU F., 2019).

La plupart des pays du monde recourent toujours au mode de financement le plus inéquitable.

Aujourd'hui plus d'un milliard de personnes sont privées des soins dont elles ont besoins. Chaque année plus des 100 millions des personnes s'appauvrissent à cause des dépenses de santé. (OMS, 2005).

En R.D.C depuis la colonisation jusqu'à l'avènement de l'indépendance, les soins de santé étaient gratuits pour toute la population, ces soins constituaient un droit pour le citoyen et un devoir pour l'Etat. Les ressources conséquentes étaient investies dans les hôpitaux et dispensaires pour permettre à la population d'accéder aux services de santé de qualité¹.

Pour l'OMS, le taux d'accès aux soins de santé varie entre 40 à 50% (Enquêtes OMS, 2007 et 2009).

En RDC, plus de 30 millions des congolais n'accèdent pas à des soins de santé de qualité. A côté de ce chiffre, il faut ajouter le délabrement de structures sanitaires construites pour la plupart à l'époque coloniale (OMS et CTB, 2007).

La jeune province de Sud-Ubangi n'échappe pas à cette triste réalité. La ville de Gemena, siège des institutions provinciales regorge l'essentiel des institutions d'Enseignement supérieur et universitaire dont l'Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM Gemena). Pourtant, il n'est pas rare de constater que les étudiants, tant de cette institution que ceux d'autres institutions de cette ville ne terminent pas leurs études suite à des cas des maladies et surtout au manque des moyens financiers pouvant leur donner accès aux soins de santé sinon, de qualité. N'ayant pas accès facile aux soins de santé, chacun se soigne à sa manière, ils recourent aux postes de santé, les autres traitements indigènes, d'autres encore à l'automédication, surtout ceux de l'ISTM formés en tant que professionnels de santé et s'estimant à même de prodiguer les soins de santé. Toutes ces pratiques comportent des gros risques pour la santé et pour le devenir de la jeunesse.

En effet les mutuelles de santé constituent l'un des moyens d'accès aux soins de santé, car elles interviennent comme facilitateur des financements de la santé (Mutuelle de santé, 2011).

- L'importance des mutuelles de santé est-elle connue par les étudiants de l'institut supérieur des techniques médicales de Gemena ?
- N'y a-t-il pas moyen d'initier, d'installer et d'organiser le système de mutuelle de santé au sein de l'ISTM Gemena ?

Cette étude se veut une étude-action. Son aboutissement peut fournir des lignes directrices pour l'installation des mutuelles de santé d'abord en faveur des usagers de l'ISTM Gemena en vue de permettre l'accessibilité de soins aux étudiants avant d'envisager son extension au sein de la province de Sud-Ubangi. Par ricochet, il y aura une augmentation de la production de cette

¹ www.minisanterdc.org

institution et la solidarité entre les étudiants riches et pauvres serait installée. Notre étude est menée dans le domaine de sécurité sociale, dans une approche quantitative du type prospective.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 LIEU D'ÉTUDE

Nous avons mené notre étude à l'ISTM GEMENA dans la RDC, la province de sud-Ubangi, précisément dans la ville de Gemena.

L'I.S.T.M. Gemena est une institution d'enseignement supérieur public; créé depuis l'année 1993 dans le cadre de la politique d'essaimage initiée par Son Excellence NDUDI NDUDI sur demande de feu son Excellence Monsieur le Ministre Maurice NYOKA BUSU NAEKO (ex. Ministre de l'Agriculture de la République du Zaïre, originaire du Secteur Bonwase, Territoire de Gemena, Province du Sud-Ubangi).

Cet institut supérieur a pour mission de former les professionnels de santé en Techniques Médicales du niveau A1 et L2, c'est-à-dire les cadres spécialisés dans le domaine des sciences et techniques médicales; et d'organiser la recherche sur l'adaptation des techniques et technologies nouvelles aux conditions de notre pays.

L'I.S.T.M. Gemena est implanté sur l'Avenue MOBUTU, dans le Quartier du Congo, dans la ville de Gemena, Territoire de Gemena, Province du Sud-Ubangi en République Démocratique du Congo.

2.2 SOURCE DES DONNÉES ET ÉCHANTILLONNAGE

Pour notre étude, nous avons fait recours à un échantillon aléatoire stratifié. Chaque section organisée par l'ISTM/Gemena est considérée comme une strate au sein de laquelle, une part de la population a été tirée pour composer la taille de notre échantillon.

La taille de notre échantillon s'élève à 110 étudiants à raison de 3 à la section de santé communautaire, 6 en nutrition, 6 en techniques pharmaceutiques, 7 en gestion, 8 en sage-femme, 8 en techniques de laboratoire et 72 en sciences infirmières.

Nous avons utilisé la formule de Fischer pour le tirage stratifié à partir d'une fraction de sondage.

Nous avons procédé de la manière suivante:

$$N=1618$$

$$n = \frac{z^2 \alpha^2}{i^2} * pq$$

$$z \alpha \text{ à } 5\% = 1,96$$

$$I \text{ c'est le degré de précision à } 5\% = 0,05$$

$$P \text{ proportion de la population à étudier}$$

$$Q \text{ c'est le binôme de } p \text{ ou composé de } p: \text{ proportion de la population non étudiée}$$

$$P = \text{nombre d'étudiants} \times 100 / N = 1506 \times 100 / 1618 = 93\%$$

$$\text{Proportion} = \% / 100 = 93 / 100 = 0,93$$

$$Q = 1 - p = 1 - 0,93 = 0,07$$

$$N = \frac{(1,96)^2 \times 0,93 \times 0,07}{(0,05)^2} = \frac{3,8416 \times 0,93 \times 0,07}{0,0025} = 100,03$$

$$\text{La taille de l'échantillon égale } 100 + 10\% \text{ DE QUESTIONNAIRE non répondant} = 110$$

$$\text{Pas de sondage} = \text{pop échantillonnée} / \text{taille de l'échantillon} = 1506 / 110 = 13,6 = 14$$

Section	Pop estimée	Pop cum	N° correspondant à la section	Nbre de strate par section
Santé communautaire	47	47	1-47	3
Nutrition	81	128	48-128	6
Techniques Pharmaceutiques	84	212	129-212	6
Gestion des Institutions de Santé	104	316	213-316	8
Sage-Femme	106	422	317-422	8
Techniques de Laboratoire	111	533	423-533	8
Sciences Infirmières	973	1506	534-1506	72

Nous avons utilisé la méthode d'enquête prospective à travers un guide d'interview pré-élaboré pour la cause comme outil de collecte des données.

La technique dite d'interview a été utilisée pour cette étude, car à travers notre guide d'interview, nous avons été appelé à rencontrer les sujets, récolter leurs réponses sous forme des propositions que nous avons coché sur le guide d'interview.

Pour valider notre instrument, nous l'avons soumis à l'appréciation des experts de la recherche, certains points ont été amendés et lors de notre pré-enquête à l'ISP Gemena, nous nous sommes rendu compte de la pertinence des observations qui ont été faites dans ce formulaire.

3 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

La base des données a été gérée à l'ordinateur à l'aide du logiciel Microsoft office Excel avant d'être exportée vers SPSS version 16.0 où se sont déroulées les analyses statistiques. Les archives des formulaires de guide d'interview répondus par les sujets ont été conservées.

Pour conduire notre analyse, nous avons fait recours à la statistique descriptive pour le toilettage des données et pour l'obtention des mesures de tendance centrale: fréquence relative, proportion, pourcentage. Nous avons également fait recours à la statistique inférentielle pour l'application de test d'hypothèse.

Le test de Chi-carré de Pearson a été utilisé pour comparer les propositions des différentes variables entre les étudiants de différentes sections. Avec un risque α de 5%; toute valeur de la probabilité $p \leq 0,05$ a été considérée comme significative.

3.1 ANALYSE DESCRIPTIVE

3.1.1 DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon leurs tranches d'âge

Variable	Fréquence	Pourcentage
18-24 ans	42	38,2
25-32 ans	50	45,5
33-40 ans	13	11,8
41-48 ans	5	4,5
Total	110	100,0

Il ressort de ce tableau que la majorité de nos enquêtés se retrouve dans la tranche d'âge de 25-32 ans 50 soit 45,5% et la minorité est dans la tranche d'âge de 41-48 ans avec 5 soit 4,5%.

Tableau 2. Répartition des enquêtés relative à leur sexe

Variable	Fréquence	Pourcentage
Masculin	56	50,9
Féminin	54	49,1
Total	110	100,0

Le tableau démontre que la plupart de nos enquêtés sont du sexe masculin avec 56 soit 50,9% contre 54 soit 49,1% du sexe féminin.

Tableau 3. Répartition des enquêtés par rapport à leur état civil

Variable	Fréquence	Pourcentage
Célibataire	72	65,5
Marié (e)	32	29,1
Veuf (ve)	3	2,7
Divorcé (e)	3	2,7
Total	110	100

Le tableau ci-dessus nous démontre que sur l'ensemble de nos enquêtés les célibataires sont majoritaires avec 72 soit 65,5%, alors que les veuf (Ve) et les divorcés (es) sont repartis équitablement avec 3 soit 2,7%.

Tableau 4. Répartition des enquêtés selon leurs promotions d'études

Variable	Fréquence	Pourcentage
G1	49	44,5
G2	25	22,7
G3	28	25,5
L1	3	2,7
L2	5	4,5
Total	110	100,0

Le tableau ci-haut montre que nos enquêtés sont majoritairement dans la classe de G1 avec 49 soit 44,5 % et L1 sont minoritaire avec 3 soit 2,7%.

3.2 ANALYSE BI VARIÉE

Dans cette section, nous présentons les données relatives aux tranches d'âges. Sur base des données descriptives, nous allons procéder au croisement de deux variables faisant l'objet d'une analyse bi variée.

3.2.1 TRANCHE D'ÂGE ET LE SOUHAIT D'ADHÉSION À LA MUTUELLE

Tableau 5. Répartition des sujets selon la tranche d'âge et le souhait d'adhérer à la mutuelle

Tranches d'âges	Souhait d'adhésion à la mutuelle		Total
	Oui	Non	
18-24 ans	34	8	42
25-32 ans	46	4	50
33-40 ans	13	0	13
41-48 ans	5	0	5
TOTAL	98	12	110

Ce tableau montre que 98 soit 89,09% des enquêtés s'adhèrent à la mutuelle tandis que 12 soit 10,9% ont l'avis contraire.

3.2.2 TRANCHE D'ÂGE ET LA VOLONTÉ DE COTISER

Tableau 6. Répartition des sujets selon la tranche d'âge et la volonté de cotiser

Tranches d'âges	Etre prêt à cotiser		Total
	Oui	Non	
18-24 ans	39	3	42
25-32 ans	47	3	50
33-40 ans	11	2	13
41-48 ans	3	2	5
Total	100	10	110

Le tableau nous signale que 100 enquêtés soit 90,9% ont la volonté de cotisés alors que 10 enquêtés soit 9,09% n'ont pas cette volonté.

3.3 ANALYSE INFÉRENTIELLE

Tableau 7. Relation entre informations des étudiants sur l'accessibilité facile aux soins de santé de qualité

Informations reçues Paramètres	(n=110) %	χ^2_{cal}	ddl	P	χ^2_{tab}	S
Recours au service de soins six dernier mois						
Oui 77	70					
Non 33	30	4,197	4	,380	9,488	NS
Couverture de soins par les revenus						
Oui 88	80					
Non 22	20	2,093	4	,719	9,488	NS
Autres moyens de paiement de frais de soins						
Oui 88	80					
Non 22	20	3,949	4	,413	9,488	NS

Ce tableau démontre que tous les paramètres de l'accessibilité donnent des résultats statistiques non significatifs car toutes les valeurs de Khi carré calculé sont inférieures au khi carré tabulaire à 4 ddl avec $p > 0,05$. Autrement dit, il n'y a pas de relation entre les informations reçues par les étudiants et l'accessibilité aux soins de qualité, donc les étudiants de l'ISTM Gemena n'auraient pas l'accès aux soins de santé de qualité.

Tableau 8. Relation entre informations des étudiants sur l'importance de la mutuelle

Informations reçues Paramètres	(n=110) %	χ^2_{cal}	ddl	P	χ^2_{tab}	S
Connaissances sur l'importance de la mutuelle						
Oui 72	65,4					
Non 38	34,5	2,856	3	,144	7,815	NS
Connaissances sur l'avantage de l'adhésion						
Oui 81	73,6					
Non 29	26,6	1,746	4	,782	9,488	NS

Le tableau statistique de ces données nous démontre que les résultats sont statistiquement non significatifs car toutes les valeurs de Khi carré calculés sont inférieures au khi carré tabulaire à (3 & 4) ddl avec $p > 0,05$. Autrement dit, il n'y a pas relation entre les informations reçues par les étudiants et l'importance de la mutuelle de la santé, donc les étudiants de l'ISTM Gemena n'auraient pas de connaissance suffisante sur l'importance de la mutuelle.

Tableau 9. Relation entre informations des étudiants sur l'organisation de la mutuelle de santé

Informations reçues Paramètres	(n=110) %	χ^2_{cal}	ddl	P	χ^2_{tab}	S
Souhait d'adhésion						
Oui 29	26,6	17,490	4	,002	9,488	***
Non 81	73,6					
Etre prêt à cotiser						
Oui 100	90,9					
Non 10	9,09	6,325	4	,176	9,488	***

Le tableau statistique de ces données nous démontre que les résultats sont statistiquement significatifs car toutes les valeurs de Khi carré calculés sont supérieures au khi carré tabulaire à 4 ddl avec $p < 0,05$. Autrement dit, il y a une relation entre les informations reçues par les étudiants et l'organisation de la mutuelle de la santé, donc les étudiants de l'ISTM Gemena envisageraient l'organisation de la mutuelle de santé.

4 DISCUSSIONS

Il se révèle, à travers cette étude que la grande majorité de ceux qui manifestent l'envie à l'initiative de l'organisation de la mutuelle de santé au sein de l'ISTM Gemena se recrute parmi les tranches d'âges les plus jeunes comprises entre 25-32 ans 50 soit 45,5%. Ce qui rejoint l'étude de CIBANGU réalisée en 2014 dans la ZS de Kabinda, où, il a été trouvé que c'est la tranche d'âge de la plus envie de l'organisation et de l'adhésion à une mutuelle de santé se regroupait dans la tranche d'âge des jeunes comprise entre 21 ans à 30 ans chez les adhérents et les non adhérents avec 31,3% et 28,9%.

Pour ce qui est du sexe, le travail de BAYEGE Innocent *sur la Contribution des mutuelles de santé à l'accessibilité de la population aux services de santé* réalisé en 2005 avait révélé une forte propension de la femme à l'adhésion aux mutuelles de santé que de l'homme. Il convient de noter que dans cette étude, il a travaillé avec des ménages selon qu'ils sont gérés par les hommes ou par les femmes et non directement sur le sexe masculin ou féminin. Contrairement à notre étude où, nous n'avons pas noté une différence très significative dans la représentation de sexe. Le sexe masculin avec 56 soit 50,9% contre 54 soit 49,1% du sexe féminin.

Alors que pour les état-civils, la même étude avait trouvé que les mariés adhèreraient aux mutuelles de santé plus que les autres catégories d'état-civil à hauteur de 65%. Ce qui signifierait que les mariés subissent et savent mesurer les poids des poids de santé dans les dépenses de leurs ménages, d'où adhérer à la mutuelle reste une solution.

Du point de vue de l'accessibilité aux soins de santé de qualité, tous les paramètres analysés dans cette étude donnent des résultats statistiquement non significatifs car toutes les valeurs de Khi carré calculé sont inférieures au khi carré tabulaire à 4 ddl avec $p > 0,05$. Autrement dit, il n'y a pas de relation entre les informations reçues par les étudiants de l'ISTM Gemena et l'accessibilité aux soins de qualité. Selon le rapport d'étude d'accessibilité financière aux soins de santé en RDC (2004), il était prouvé que lors de l'hospitalisation en cas de référence, le malade et/ou sa famille paient les frais d'hospitalisation, particulièrement dans le cas de non appartenance à une solidarité communautaire. N'étant pas développée, la mutuelle ou la communauté n'intervient que dans une faible proportion de moins de 2%. Un autre fait intéressant, toujours selon ce rapport, est que 7% des ménages étaient obligés de vendre un bien domestique ou s'endetter pour supporter les soins, rejoignant ainsi les résultats de notre étude où il est démontré que la plupart des étudiants en cas de manque d'argent font recours à l'endettement ou mettent leurs biens en gage ou les vendent pour accéder aux soins d'où, l'importance qu'ils accordent à l'organisation de la mutuelle de santé (cfr tableau n°11), toutes fois, ils en seraient sous informés comme on peut le constater à travers les résultats du tableau n°12 de notre étude.

5 CONCLUSION

Les mutuelles de santé sont perçues comme des outils qui améliorent l'accès financier de la population aux soins (micro-assurance), leur mise en place cadre avec la responsabilisation de l'offre de santé au niveau décentralisé. (VANDERHULST, P. 2012)

Le capital santé est attaqué dès le plus jeune âge par les conditions de vie difficiles. Malgré cette prise de conscience, ce sont toujours les populations qui vivent dans une forte précarité économique et sociale qui cumulent à la fois le plus de risques pour leur santé et le plus de difficultés à accéder aux soins (Nathalie Simonnot, 2008). La prévoyance consiste pour une personne à réserver une partie de ses ressources pour faire face à des événements incertains ou des impondérables de la vie qui pourraient

se produire dans le futur. Or, il est vrai que l'individu et la famille sont contraints d'assumer les dépenses au moment où la maladie survient. De nos jours, l'accès aux services de soins reste un problème pour la majeure partie de la population. *Il incombe ainsi, aux jeunes générations de s'organiser pour faire face à cette situation et relever le défi de la couverture sanitaire universelle mais aussi celui de la qualité de soins de santé*

Même si l'on ne peut pas se voiler la face pour admettre que la majorité de notre population estudiantine n'a pas accès aux soins de santé de qualité, l'on se doit aussi de reconnaître que ni l'Etat, ni les individus ne disposent des moyens suffisants et adéquats pour atteindre la couverture sanitaire universelle voulu par les ODD. Toutes fois, Il est possible de garantir l'accès aux soins de toute la population, cependant, cette vision reste loin d'être réalisée, car il y a peu d'initiatives qui sont prises en faveur de la protection contre le risque maladie des personnes non couvertes par les régimes de sécurité sociale. Loin d'être un aveu de faiblesse et du laisser-faire, l'organisation d'une mutuelle de santé à l'ISTM Gemena, en faveur des apprenants et de son personnel peut être un point de départ de ce grand projet. Nous sommes donc invités, chacun en ce qui le concerne de mettre la main dans la patte. C'est ainsi que la détermination des facteurs favorisant l'organisation de la mutuelle de santé à l'ISTM Gemena serviraient de préalables à l'accessibilité aux soins de santé de qualité pour la santé des étudiants.

L'existence d'un système de santé performant est l'une des conditions indispensables, non seulement pour atteindre les objectifs du développement durable, mais aussi et surtout pour diminuer la souffrance humaine des plus vulnérables. C'est dans cette vision que la mutuelle de santé améliore l'accès des populations à des soins de santé de qualité.

REFERENCES

- [1] Audibert, et al. (2004). Utilisation des services de santé en Afrique: l'approche communautaire en termes d'offre de soins est-elle une réponse.
- [2] Bart Criel et Waelkens Maria-Pia, (2004) La mise en réseau de mutuelles de santé en Afrique de l'Ouest / colloque international organisé à Nouakchott, Mauritanie.
- [3] Bureau international du Travail (2003) Guide de gestion des mutuelles de santé en Afrique, Première édition, Programme Stratégies et Techniques contre l'Exclusion sociale et la Pauvreté (STEP), 342 pages.
- [4] Bureau International du Travail (BIT) 2001, Mutuelles de santé et associations de micro-entrepreneurs. Programme focal de promotion de l'emploi par le développement des petites entreprises (SEED), Genève.
- [5] Bureau international du Travail BIT/STEP. (2002). Guide d'introduction aux mutuelles de santé en Afrique, 2ème édition. 74 pages.
- [6] Christina M, (2007). Inégalités d'accès aux soins et d'état de santé dans un contexte de réforme au système de santé. Rapport de synthèse Hongrie. In <http://www.peer-review-social-inclusion.net>.
- [7] CIBANGU, R. Mémoire sur organisation d'une mutuelle et accessibilité aux soins de santé par la population de la zone de santé de KABINDA.
- [8] CRIEL et coll. (2004) Mutuelles de santé en Afrique et qualité de soins.
- [9] François Patrice (2011) sante et population, université joseph fourrier de Grenoble, notes de cours, consulte sur le site: www.medatrice.grenoble.fr.
- [10] Instructions académiques n°021/MINESU/CAB.MIN/TLL/BYP/MNB/2019 du 15 octobre 2019 portant directives à l'année académique 2019-2020.
- [11] KAKULE MUTSINDWA (2012), Etude des déterminants de l'utilisation des services de Sante par les ménages de la ZS d'Uvira, Province du Sud Kivu, Université officielle de Bukavu.
- [12] KANGA Jonas Armel (2001) déterminants socioéconomiques de l'utilisation des services de soins de santé maternel: cas de l'observatoire de Naïakhan au Sénégal mémoire de fin d'études Institut Supérieur de sante, Sénégal.
- [13] Les Mutuelles De Santé (2011): Document politique de Mahmut et du groupe de travail protection sociale de Be-cause Health.
- [14] Ministère de santé publique RDC (2006) Stratégie de Renforcement du Système de Santé,.
- [15] Ministère de la santé et de la population Brazzaville (2013).
- [16] Ministère de la santé publique RDC (2009) Recueils des normes d'organisation et de fonctionnement de la Zone de Sante, République Démocratique du Congo septembre, 56 pages.
- [17] MUSANGO et coll. (2004) profil des membres et des non membres de mutuelle de santé.
- [18] NGAL DIAW NDIAYE (2003-2004) Les déterminants socio-économiques dans la fréquentation des structures de soins de santé à Mbao, mémoire de maitrise institut de formation et de recherche en population.
- [19] OMANYONDO Marie Claire (2019), Evaluation de la qualité des soins, cours à l'usage des étudiants de 2ème licence Sciences Infirmières, ISTM/GEMENA.
- [20] OMANYONDO Marie Claire (2019), question approfondies en soins infirmiers, cours à l'usage des étudiants de 2ème licence Sciences Infirmières, ISTM/GEMENA.

- [21] OMS (2000), Accès aux services des soins de santé, Genève: OMS.
- [22] OMS (2008), Rapport sur la santé dans le monde: les soins de santé primaires, Genève: OMS P125.
- [23] OMS, CTB, rapport juillet 2007 Enquête sur les prix des médicaments en république démocratique du Congo,.
- [24] OMS, Rapport sur la santé dans le monde 2008, pdf.
- [25] Rapport d'étude d'accessibilité financière aux soins de santé en RDC (2004).
- [26] Swiss Centre for International Health (2010): les mutuelles de santé dans les districts de karongi et de rutsiro au Rwanda, capitalisation des expériences du Programme de renforcement de la sante publique de la DDC au RWANDA.
- [27] TSHIMUNGU KANDOLO, F. (2019) Organisations Sanitaires Et Sociales Comparées, Cours à l'usage des étudiants de 2ème Licence Sciences Infirmières, ISTM/GEMENA.

Prévalence de la Schistosomiase Uro-Génitale (Bilharziose Urogénitale) dans le Nord-Ubangi: Niveau des connaissances, attitudes et pratiques des habitants des zones rurales (Cas de la zone de santé rurale de Bosobolo, Province de Nord-Ubangi, RDC)

[Prevalence of Urogenital Schistosomiasis (Urogenital Bilharzia) in Nord-Ubangi: Level of knowledge, attitudes and practices of inhabitants of rural areas (Case of the rural health zone of Bosobolo, Province of Nord-Ubangi, DRC)]

Ekpimbo Mambokolo Claris¹, Mambesa Bainamboka Martin¹, Matondo Kwa Nzambi Marie Claire¹, Mwalikutu Mondombe Olivier¹, Bokango Bapoti Thomas¹, and Tshimungu Kandolo Félicien²

¹Assistant à l'ISTM Gemena, Sud-Ubangi, RD Congo

²Professeur, Docteur ès, spécialiste en Démographie sanitaire, RD Congo

Copyright © 2021 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: Still and still poorly understood, misdiagnosed, underreported or simply ignored, urogenital schistosomiasis remains widespread in sub-Saharan Africa, the DRC and the province of Nord-Ubangi. Its early recognition, even if asymptomatic, is essential because of the multiple complications it causes; the high risk of HIV transmission and, if left untreated, the risk of infertility and the development of bladder cancer and many more. The geo-climatological data from the northwest of the Bosobolo health zone in the Province of Health Division (DPS) of Nord-Ubangi, more specifically, the health areas of Bomanza, Bubanda and Bokada-Pombo are characteristic for the development of this disease. The treatment is based on Praziquantel, 40 mg / kg as a single dose to be repeated after one month. The only means of the most effective control these days remain the prophylaxis (mass and individual) which passes by the knowledge of the disease and its signs as well as the appropriate means of which the prevention, without which, the fight against the schistosomiasis uro-Genital risks being a losing battle in advance.

KEYWORDS: urogenital schistosomiasis, bilharzia, rural area.

RESUME: Encore et toujours mal connue, mal diagnostiquée, sous notifiée ou simplement ignorée, la schistosomiase uro-génitale reste largement répandue en Afrique subsaharienne, en RDC et dans la province de Nord-Ubangi. Sa reconnaissance précoce, même si asymptomatique, est essentielle en raison des multiples complications qu'elle cause; du risque élevé de transmission du VIH et, en l'absence de traitement, du risque d'infertilité et de développement des cancers de la vessie et bien d'autres. Les données géo climatologiques du nord-ouest de la zone de santé de Bosobolo dans la Division Province de la Santé (DPS) de Nord-Ubangi, plus spécifiquement, les aires de santé de Bomanza, Bubanda et Bokada-Pombo sont caractéristiques pour le développement de cette maladie. Le traitement repose sur le Praziquantel, 40 mg/kg en dose unique à répéter après un mois. Les seuls moyens de lutte les plus efficaces à ces jours restent la prophylaxie (de masse et individuelle) qui passent par la connaissance de la maladie et de ses signes ainsi que des moyens appropriés dont la prévention, sans lesquels, la lutte contre la schistosomiase uro-génitale risque d'être une bataille perdue à l'avance.

MOTS-CLEFS: schistosomiase uro-génitale, bilharziose zone rurale.

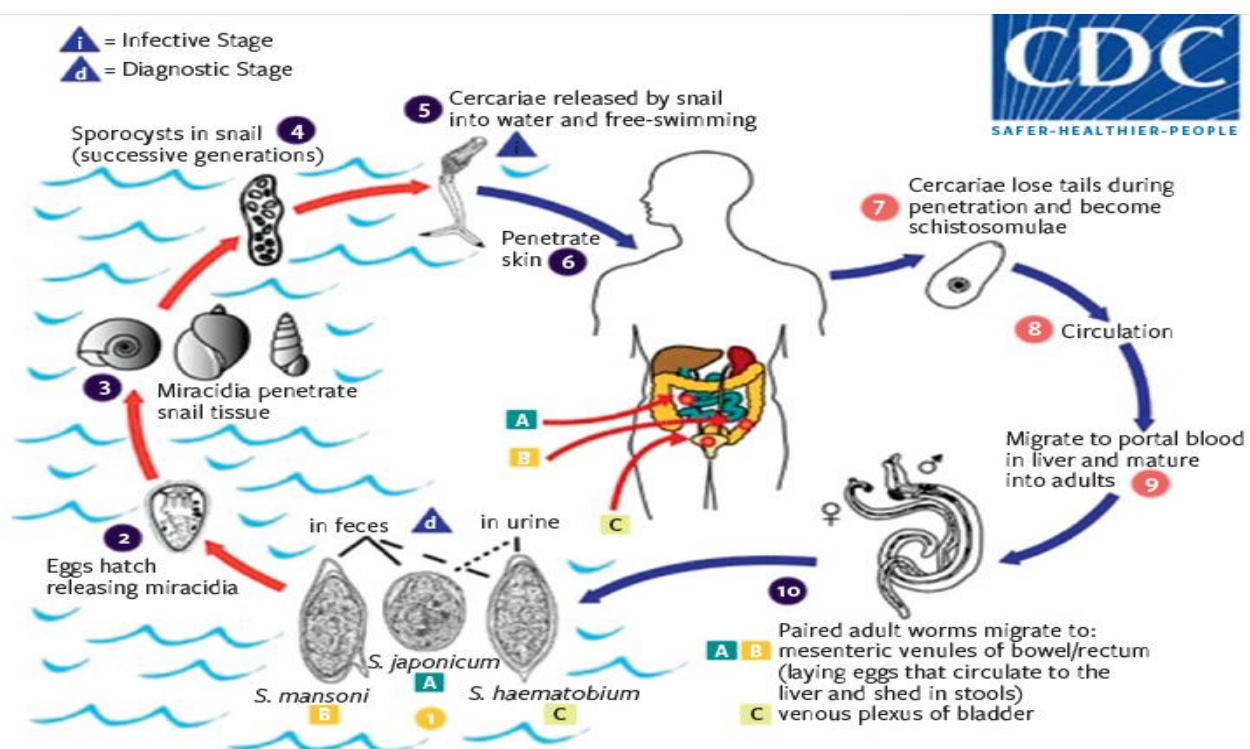
1 INTRODUCTION

Classée parmi les maladies tropicales négligées (MTN), La Bilharziose urogénitale communément appelé Schistosomiase urogénitale est une maladie parasitaire qui se vit dans les régions tropicales et Subtropicales, principalement en Afrique. Sa prévalence dans le monde est estimée à plus de 200 millions de personnes infectées. La schistosomiase du système urinaire est communément due à *S.*

haematobium qui est hébergé par l'hôte intermédiaire *Bulinus*, un gastropode d'eau douce, endémique dans les pays de l'Afrique subsaharienne, la péninsule Arabique et le Moyen-Orient (Laura Zanisi et al, 2008).

Ce mollusque est infecté par les miracidiums, libérés par l'éclosion des œufs éliminés dans des urines des hôtes infectés. A l'intérieur du mollusque, le miracidium se transforme en cercaires qui sont excrétées dans l'eau pour ensuite pénétrer à travers la peau de l'hôte définitif l'humain.

La Division Provinciale de la santé de Nord-Ubangi compte parmi les DPS qui rapportent sur cette maladie à l'instar d'autres divisions sanitaires de la RDC. Le coin de la partie nord-ouest de la zone de santé rurale de Bosobolo est considéré comme le réservoir presque inépuisable des cas de la schistosomiase uro-génitale depuis quelques décennies. Les traitements de masses initiés dans le cadre de la lutte contre les maladies tropicales négligées n'ont pas produit des effets escomptés. Le faible niveau de connaissances, la négligence et la banalisation des cas (attitudes négativistes), le caractère prédominant des activités agricoles par la majeure partie des habitants, le manque des sources aménagées, des forages ou d'autres points d'approvisionnement en eau potable ainsi que le manque d'investissement pour l'éducation et la promotion de la santé à long terme sont autant des goulots d'étranglement à cette lutte.



Les victimes sont infectées dans le cadre d'activités agricoles, domestiques, professionnelles, comportant des expositions à une eau contaminée suite au manque d'hygiène et certaines habitudes d'uriner dans l'eau surtout pour les personnes infectées¹.

Les campagnes de traitement de masse réalisées il y a plusieurs décennies ont permis une régression significative du taux de prévalence qui est passé de 86,36% à 31,25%; toutes fois, le taux de réinfestation demeure assez élevé à 17%. La situation s'est d'autant plus dégradée avec l'abandon de la lutte et des campagnes de masse. Pour MARC CULLOUGH, le parasite le plus couramment rencontré au Congo est le schistosoma haematobium².

2 DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL

Le principal diagnostic différentiel chez un patient qui a voyagé ou séjourné dans un pays endémique pour la schistosomiase et qui se plaint d'hématurie est une lithiase urinaire, parfois favorisée par la déshydratation lors de séjours dans les chaleurs tropicales. Une

¹ <https://www.who.int>

² <https://www.oms.org>, 2019

autre cause infectieuse plus rare d'hématurie, qu'il ne faut pas négliger au vu des conséquences cliniques, est la tuberculose urinaire, endémique dans les mêmes pays que la schistosomiase. Il faut également évoquer une infection du tractus urinaire, une néphrite aiguë ou un cancer de l'appareil urogénital. (L *Chitsulo, D Engels, A Montresor, 2000). La schistosomiase uro-génitale doit être surtout suspectée en cas d'hématurie terminale et d'éosinophilie chez un patient potentiellement exposé à l'eau douce dans les zones endémiques.

3 TRAITEMENT

Le traitement de la schistosomiase à *S. haematobium* est le praziquantel en une dose unique de 40 mg/kg à répéter après un mois. Notons que le praziquantel est efficace contre les schistosomes adultes, mais pas contre les schistosomules en cours de développement et de migration, présents en début d'infection. Ainsi, le traitement doit être retardé de six à huit semaines après la dernière exposition, pour que les schistosomules aient eu le temps de passer au stade adulte. (A Berry, H Moné, X Iriart, 2014).

La Schistosomiase tue entre 200.000 personnes et chaque année, selon l'Organisation Mondiale de la Santé qui a traité plus de 60 millions de personnes en 2014. L'OMS estimait alors le nombre de personnes nécessitant un traitement préventif à plus de 250 millions.

La Schistosomiase est présente en Amérique latine au Moyen-Orient et en Asie, mais le continent Africain concentre 80-90% des cas³.

On estimait en 2016 qu'au moins 206,5 millions de personnes avaient besoin d'un traitement préventif contre la Schistosomiase, seulement près de 88 millions d'entre elles ont été traitées.

La Zone de prévalence (localisation) de la Schistosomiase se situe dans les régions tropicales et subtropicales, notamment dans la communauté démunie qui n'ont pas accès à une eau de boisson salubre et à un assainissement satisfaisant. Ces caractéristiques géo climatiques sont typiques pour la région Nord-Ouest de la zone de santé rurale de Bosobolo située dans les coffins d'une savane boisée surplombée des ruisseaux partagés entre les habitants de Bomanza, Bokada-Pombo et Bubanda.

La charge de morbidité due à la Schistosomiase est énorme : 2 milliards de personnes au moins sont touchées dans le monde (OMS & UNICEF, 2004). On estime qu'au moins 92 % des personnes qui ont besoin d'un traitement contre la Schistosomiase urogénitale habitent en Afrique (Pierre Aubry et Bernard-Alex Gaüzère, 2019).

En RDC, c'est vers les années 1920 que les tous premiers cas de schistosomiasis ont été notifiés parmi les ouvriers étrangers travaillant dans la construction du chemin de fer. Il sied de constater que seulement près de 10% des populations atteintes qui consultent les formations sanitaires pour les soins mais aussi le manque et des moyens et de l'expertise nécessaire pour diagnostiquer précocement les cas (définition des cas par exemple). (GW Procop JC Mendez SK Schneider, 1999).

La Division Provinciale de Santé (DPS) du Nord-Ubangi et la zone de santé rurale de BOSOBLO en particulier se retrouvent en tête des cas notifiés à travers le pays. Chaque année, le nombre des cas de schistosomiase urogénitale avoisine 300 à 400 cas.

Un relevé sommaire des statistiques épidémiologiques de 2019 montrait que la schistosomiase urogénitale à elle seule avait comptait 384 cas et se situait ainsi parmi les pathologies dominantes de la DPS du nord-Ubangi et sur ce 384 cas. Tous les 384 notifiés par la zone de santé rurale (ZSR) de BOSOBLO et plus spécifiquement les aires de santé de BOKADA-POMBO, BUBANDA et BOMANZA qui viennent en tête avec l'infestation en schistosomiase avec respectivement 147 BUBANDA: 126 et BOMANZA: 111 cas sur un poids démographique de 28.916 habitants pour les trois AS pour une prévalence totale dans la zone estimée à 3%.

Faut-il le rappeler, le plus grand risque des schistosomiasis réside dans les complications. Elles sont multiformes et correspondent généralement à la rétention des œufs.

Pour *S. haematobium* l'ensemble de l'arbre urinaire peut être atteint: fistule urétrale, sténose urétrale, urétérohydronéphrose, surinfection (cystite, pyélonéphrite, pyonéphrose, ...), lithiase vésicale, glomérulonéphrite. Le système génital des deux sexes peut être touché: urétrite, épididymite, spermatoctite, prostatite, salpingite, endométrite, vaginite, cervicomérite pouvant entraîner impuissance et stérilité. C'est surtout au niveau rénal que se situe le pronostic de la bilharziose urogénitale. (UMVF, 2014). La prévention, le diagnostic précoce et un traitement initié à temps sont les moyens de lutte contre ce phénomène morbide de la santé.

C'est pourquoi nous nous sommes posé la question de savoir si la population de la ZSR de BOSOBLO a-t-elle des connaissances suffisantes sur la prévention de la schistosomiase urogénitale ?

³ <https://www.passport.sante.net>

L'objectif visé par cette étude consiste à évaluer le niveau des connaissances de la population sur la prévention de la schistosomiase urogénitale

4 MÉTHODE

Nous avons fait recours à la méthode descriptive transversale et l'interview structurée a servi pour la collecte des données (interview et questionnaire).

La cible de notre étude est composée des habitants des aires de santé BOKADA-POMBO, BUBANDA et BOMANZA (hommes et femmes), dans la ZSR de BOSOBOLO. Considérées sous forme des grappes, l'échantillon a été tiré dans chaque aire de santé proportionnellement à son poids démographique, à l'accessibilité mais aussi à la disponibilité des enquêtés. Le poids démographique de trois aires de santé s'élève à 28.916 habitants. 215 personnes ont été enquêtées, parmi lesquelles 57,2% des hommes et 42,8% des femmes.

5 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Les données de l'enquête ont été saisies, contrôlées et analysées sur le logiciel SPSS pour Windows (version 16.0). Les analyses statistiques ont été faites avec le même logiciel. Le Chi-carré de Person a été utilisé pour comparer les proportions des différentes variables retenues entre la connaissance, attitude et pratique de la population ainsi que la prévention de la schistosomiase urogénitale.

6 RÉSULTATS

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

Caractéristiques	Fréquence	%
Sexe		
Masculin	123	57,2
Féminin	92	42,8
Tranche d'âge		
18-27	50	23
28-37	67	31
38-47	57	27
48-57	27	13
58-67	14	6
Niveau d'instruction		
Sans niveau	70	32
Primaire	47	22
Secondaire	98	46
Profession		
Elève	27	13
Cultivateur	156	73
Fonctionnaire	21	10
Pro santé	3	1
Commerçant	5	2
Sans emploi	3	1

L'enquête a porté sur 215 personnes, parmi lesquelles il y a eu 57,2% des hommes et 42,8% des femmes.

La majorité des enquêtés (30,7%) étaient des personnes actives dont la tranche d'âge était comprise entre 28 et 37 ans.

Parmi les 215 enquêtés, 45,6% avaient un niveau d'instruction secondaire (moyen) contre (32,6 et 21,6%) qui avaient respectivement un niveau d'instruction faible (sans niveau d'instruction et le niveau primaire).

Parmi les enquêtés (215), les agriculteurs représentent 72,6% contre le sans-emplois qui ne représentent que 1,4%.

CONNAISSANCE, ATTITUDE ET PRATIQUE DES MESURES PRÉVENTIVES CONTRE LA SCHISTOSOMIASIE UROGÉNITALE

Connaissances des mesures préventives	Fréquence	%
Oui	17	8
Non	198	92
Total	215	100
Mesures préventives contre la schistosomiasie	Fréquences	%
Assainissement de la source	44	20
Bouillir l'eau	10	5
Ne sait pas	161	75
Total	215	100
Moyens préventives contre la schistosomiasie	Fréquence	%
Assainissement de la source	44	20
Bouillir l'eau	10	5
Ne sait pas	161	75
Total	215	100
Action préventives contre la schistosomiasie	Fréquence	%
Assainissement de la source	10	5
Désinfection de source	2	1
Hygiène rigoureuse de source	5	2
Aucune action	198	92
Total	215	100

Il ressort de ce tableau que 92% ne connaissent pas les mesures préventives contre la schistosomiasie urogénitale, 75% ne sont pas capables d'énumérer une mesure préventive ainsi, ils sont aussi incapables d'observer ces différentes mesures préventives raison pour laquelle 92% sont incapables d'entreprendre une action préventive contre la schistosomiasie urogénitale.

ANALYSE INFÉRENTIELLE

Tableau 2. Lien entre les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés et la connaissance des mesures préventives contre la schistosomiasie urogénitale

Tranche d'âge	Connaissance de Mesures préventives		Total	χ^2_{cal}	ddl	P	χ^2_{tab}	S
	Oui	Non						
18-27	47	3	50	4,052	4	,399	9,488	NS
28-37	59	8	67					
38-47	55	2	57					
48-57	25	2	27					
58-67	12	2	14					
Total	198	17	215					
Niveau d'étude								
Sans niveau	65	5	70	0,088	2	,453	5,991	NS
Primaire	43	4	47					
Secondaire	90	8	98					
Total	198	17	215					
Profession								
Elève	25	18	2	3,684	5	,596	11,070	NS
Cultivateur	143	63	13					
Fonctionnaire	20	8	1					
Pro santé	2	1	1					
Commerçant	5	1	0					
Sans emploi	3	1	0					
Total	198	92	17					

Ce tableau nous démontre que sur l'ensemble des résultats issus des connaissances des mesures préventives contre la schistosomiasie urogénitale, toutes les caractéristiques donnent des différences statistiques non significatives car les valeurs de khi-carré calculé (4,052); (0,088); (3,684) sont inférieur aux tabulaires (9,488); (5,991); (11,070) avec $p > 0,05$. Autrement dit, la tranche d'âge, le niveau d'étude et la profession ne sont pas associés à la connaissance des mesures préventives contre la schistosomiasie urogénitale.

Tableau 3. Lien entre les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés et les attitudes adoptées vis-à-vis des mesures préventives contre la schistosomiase urogénitale

Moyens de préventions utilisées contre la schistosomiase urogénitale

Tranche d'âge	Moyen de prévention de la schistosomiase urogénitale			Total	χ^2_{cal}	ddl	p	χ^2_{tab}	S
	Assainissement de source d'eau	Bouillir l'eau	Ne sait pas						
18-27	11	2	37	50					
28-37	13	4	50	67					
38-47	13	2	42	57					
48-57	5	1	21	27					
58-67	2	1	11	14					
Total	44	10	161	215	1,326	8	,995	15,507	NS
Niveau d'étude									
Sans niveau	13	1	56	70					
Primaire	7	3	37	71					
Secondaire	24	6	68	15					
Total	44	10	161	215	4,666	2	,323	5,824	NS
Profession									
Elève	8	2	17	27					
Cultivateur	26	6	121	156					
Fonctionnaire	6	0	15	21					
Pro santé	1	1	1	3					
commerçant	0	0	5	5					
Sans emploi	0	1	2	3					
Total	44	10	161	215	18,446	10	,001	18,307	***

Il ressort de ce tableau qu'une seule caractéristique (profession) donne une différence statistiquement significative car la valeur de khi-carré calculé est supérieure au tabulaire (χ^2_{cal} de **18,446**) supérieur au χ^2_{tab} (**18,307**) à 10 ddl avec $p < 0,05$. Autrement dit, la profession de l'enquêté est associée aux mauvaises attitudes adoptées dans la prévention de la schistosomiase urogénitale contre deux caractéristiques (niveau d'étude et tranche d'âge) qui donnent des différences statistiquement non significatives.

Conduite à tenir en cas de la schistosomiase urogénitale

Tranche d'âge	Conduite à tenir en cas de schistosomiase urogénitale			Total	χ^2_{cal}	ddl	P	χ^2_{tab}	S
	Recours au CS	Traitement indigène	Automédication						
18-27	40	0	10	50					
28-37	60	1	6	67					
38-47	51	0	6	57					
48-57	23	0	4	27					
58-67	11	0	3	14					
Total	185	1	29	215	6,341	8	,609	15,507	NS
Niveau d'étude									
Sans niveau	60	0	10	70					
Primaire	41	1	5	47					
Secondaire	84	0	14	98					
Total	185	1	29	215	3,947	4	,413	9,488	NS
Profession									
Elève	19	0	8	27					
Cultivateur	141	0	15	156					
Fonctionnaire	15	0	6	21					
Pro santé	2	1	0	3					
Commerçant	5	0	0	5					
Sans emploi	3	0	0	3					
Total	185	1	29	215	84,588	10	,000	18,307	***

Ce tableau nous démontre que sur l'ensemble des résultats issus de l'analyse des données vis-à-vis des attitudes adoptées dans le traitement de la schistosomiase urogénitale, une caractéristique (profession) donne la différence statistique significative car la valeur de khi-carré calculé est supérieure au tabulaire (χ^2_{cal} de **84,588**) supérieur au χ^2_{tab} (**18,307**) à 10 ddl avec $p < 0,05$. Autrement dit, la profession

de l'enquête est associée à la mauvaise attitude de la prise en charge de la schistosomiase urogénitale contre deux caractéristiques (niveau d'étude et tranche d'âge) qui donnent des différences statistiques non significatives.

Tableau 4. Lien entre les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés et les pratiques ou le comportement de la population vis-à-vis des mesures préventives contre la schistosomiase urogénitale

Action préventive contre la schistosomiase urogénitale

Tranche d'âge	Action préventive contre la schistosomiase urogénitale				Total	χ^2_{cal}	ddl	P	χ^2_{tab}	S
	Assainissement de source d'eau	Désinfection de source d'eau	Hygiène de source d'eau	Aucune mesure						
18-27	3	1	1	45	50					
28-37	4	0	2	61	67					
38-47	0	1	2	54	57					
48-57	2	0	0	25	27					
58-67	1	0	0	13	14					
Total	10	2	5	198	215	7,283	12	,838	21,026	NS
Niveau d'étude										
Sans niveau	2	0	2	66	70					
Primaire	5	0	0	42	47					
Secondaire	3	2	3	90	98					
Total	10	2	5	198	215	8,508	6	,203	12,592	NS
Profession										
Elève	2	1	1	23	27					
Cultivateur	5	1	2	148	156					
Fonctionnaire	0	0	2	19	21					
Pro santé	1	0	0	2	3					
commerçant	2	0	0	3	5					
Sans emploi	0	0	0	3	3					
Total	10	2	5	198	215	30,620	15	,010	24,996	***

Ce tableau nous démontre que sur l'ensemble des résultats issus des pratiques adoptées dans la prévention de la schistosomiase urogénitale, seule la profession de l'enquêté qui donne une différence statistiquement significative car la valeur de Khi-carré (**30,620**) est supérieure au tabulaire (**24,996**) avec $p > 0,05$. Autrement dit, l'emploi de l'enquêté est associé à la mauvaise pratique des mesures de prévention contre de la schistosomiase urogénitale.

Respect des mesures préventives

Tanche d'âge	Respect des mesures préventives		Total	χ^2_{cal}	dll	P	χ^2_{tab}	S
	Oui	Non						
18-27	48	2	50					
28-37	61	6	67					
38-47	56	1	57					
48-57	27	0	27					
58-67	13	1	14					
Total	205	10	215					
Niveau d'étude								
Sans niveau	66	4	70					
Primaire	44	3	47					
Secondaire	95	3	98					
Total	205	10	215	1,055	2	,590	5,991	NS
Profession								
Elève	26	1	27					
Cultivateur	150	6	156					
Fonctionnaire	20	1	21					
Pro santé	2	1	3					
Commerçant	5	0	5					
Sans emploi	2	1	3					
Total	205	10	215	11,657	5	,040	11,070	***

Ce tableau nous révèle que seule la profession de l'enquêté démontre une différence statistiquement significative car la valeur de Khi-carré calculé (11,657) est supérieure au tabulaire (11,070) avec $p > 0,05$. Autrement dit, l'emploi de l'enquêté est associé à la prévention de la schistosomiase urogénitale.

PROPHYLAXIE

La lutte contre la maladie impose une stratégie globale comprenant la lutte contre les mollusques, le traitement des sujets parasités, l'amélioration de l'élimination des excréta humains et l'éducation sanitaire passant par des actions des masses, la chimiothérapie (traitement médical) et l'assainissement de l'environnement.

- L'éducation sanitaire et les préventions de la contamination des plans d'eau par les matières fécales et les urines, mais la protection des individus contre les eaux parasitées en zone d'endémie se heurte à des habitudes ancestrales et à des impératifs de la vie quotidienne. D'où l'implication des instances décisionnelles en vue de l'amélioration du niveau de vie de la population reste une condition primordiale à cette lutte.
- La chimiothérapie des populations affectées. Le traitement médical, même s'il se révèle relativement efficace sur le plan individuel, il ne peut être généralisé dans l'état actuel de la thérapeutique. D'une part, les sujets traités vivant en zone d'endémie sont soumis à des réinfestations plus ou moins constantes, d'autre part l'existence d'un réservoir animal en limite l'intérêt dans la bilharziose intestinale et artérioveineuse (rarement rencontrées chez nous).
- Des modifications écologiques: la lutte est actuellement orientée contre les mollusques vecteurs, le point le plus vulnérable de la chaîne épidémiologique. L'emploi de molluscicides est une technique susceptible d'une application systématique. En fait, dans la pratique, les difficultés sont immenses pour des raisons diverses: les mollusques sont des vecteurs fuyants, leurs habitats aquatiques sont constamment modifiés, certains molluscicides n'épargnent pas les poissons, base importante de l'alimentation. Des méthodes écologiques peuvent être utilisées comme l'assèchement périodique des canaux d'irrigation, la destruction des végétaux dont se nourrissent les mollusques. L'utilisation de mollusques compétiteurs des hôtes intermédiaires a fait ses preuves dans certaines régions (Brésil) mais reste aléatoire. L'utilisation de prédateurs est actuellement testée: Anatidae (canards) et mollusques carnivores.

Ces programmes de lutte sont freinés par les habitudes ancestrales (réinfestations), le mode de vie et le niveau de développement socio-économique.

A titre individuel, il est fortement déconseillé de se baigner en eaux douces ou saumâtres stagnantes, même pour de très courtes et très partielles immersions.

7 DISCUSSIONS

La schistosomiase urogénitale étant une maladie qui laisse derrière elle plusieurs conséquences (impuissance sexuelle, l'ascite, l'anémie, la stérilité, la mort) nécessite une bonne connaissance, la maîtrise des mesures préventives, des attitudes adéquates et positives, ainsi que des pratiques responsables des mesures préventives seraient une barrière efficace pour préserver la santé de la population fortement démunie et dont l'immunité fait défaut par suite de plusieurs facteurs sociaux qui sont déficitaires (pouvoir d'achat, la malnutrition, manque d'eau potable...).

Il est à noter de prime à bord que les sujets de cette étude présentent des caractéristiques sociodémographiques identiques à celles déjà notées dans d'autres études.

Selon une étude menée en 2001 sur la Schistosomiase urinaire et les facteurs influençant la transmission de l'agent causal: *Schistosoma haematobium* auprès des écoliers à Dar es Salaam (Tanzanie), et les facteurs influençant sa transmission dans la section administrative de Kigogo de la zone de Kinondoni. Elle a été démontré que les activités récréationnelles telles que la baignage, la natation et le jeu dans l'eau étaient les activités les plus fréquentes attirant les enfants dans l'eau et ont comporté les plus gros risques de l'infection avec *S. haematobium*. La connaissance au sujet de la maladie, particulièrement les symptômes et le mode de la transmission, était bien générale mais les méthodes d'empêchement ont été insuffisamment connues. L'éducation sanitaire additionnelle, pour intensifier la connaissance

Au Niger, une étude sur l'impact de la sensibilisation des populations dans la lutte contre la bilharziose urinaire menée en 2007 dans le but d'évaluer l'effet des activités de sensibilisation des populations dans le cadre d'un projet de lutte contre la bilharziose urinaire dans deux groupes de villages endémiques nigériens situés au bord du fleuve Niger: un groupe de villages où se font des activités de sensibilisation (villages cibles du projet) et un village témoin (où ne se déroule aucune activité de sensibilisation). Au total, 577 personnes ont été interrogées au cours de cette enquête. Le projet a constitué la principale source d'information des populations sur la bilharziose dans la zone d'intervention du projet. La connaissance des mesures de lutte contre la bilharziose est moyennement acquise. En effet, 46,6 % des sujets interrogés dans la zone d'intervention du projet ignorent tout moyen de lutte contre la bilharziose. Dans la zone, 41,5

% des personnes interrogées ignorent l'intervention d'un hôte intermédiaire. La notion de ré-infestation demeure peu connue. Les comportements favorisant la maladie sont ignorés par un tiers des personnes interrogées dans la zone d'intervention du projet. Cependant, il y a un relèvement indiscutable des connaissances sur la maladie dans la zone du projet par rapport à la zone témoin. Malgré ce rehaussement du niveau de connaissance, l'adoption de bons comportements par rapport à la maladie demeure timide. Seulement 33% des sujets de la zone d'intervention ont déclaré avoir adopté au moins un bon comportement. Les changements de comportement sont lents à se mettre en place. Les activités d'éducation pour la santé doivent être soutenues sur une longue période pour une pérennisation des bénéfices de lutte contre les bilharzioses.

Par ailleurs, les résultats de notre étude corroborent avec les résultats de MAYAKA MA-S, dans son étude menée sur l'épidémiologie de la Bilharziose à *Schistosoma Mazoni* en milieu scolaire dans le groupement de KIYANIKA. La profession des enquêtés donne une différence statistiquement significative avec $\chi^2_{\text{cal}} \text{ de } 18,446$ supérieur au $\chi^2_{\text{tab}} (18,307)$ à 10 ddl avec $p < 0,05$. Autrement dit, la profession est associée à l'attitude adoptée vis-à-vis de la prévention de la schistosomiase urogénitale. Cette étude nous confirme qu'il n'existe pas un lien ou une relation entre l'âge et la manifestation de la maladie car être de n'importe quel âge et n'avoir pas observé les mesures préventives conduit à la maladie. Ce résultat est aussi confirmé par DEMBELE (2010), dans son étude intitulée: connaissance, attitude et pratique face à la schistosomiase auprès des lycéens et élèves professionnels de la Commune Rurale de BAGUINEDA, selon laquelle, la profession des enquêtés constitue bon goulot d'étranglement dans la prévention de la schistosomiase urogénitale. Les activités citées et susceptibles de les mettre au contact de l'eau de la source ont été les baignades, la pêche, la lessive, la vaisselle et la fabrication des briques....

8 CONCLUSION

L'eau constitue le facteur principal dans la chaîne épidémiologique de la bilharziose: éclosion des œufs, développement et survie des hôtes intermédiaires, dissémination des furcocercaires infestantes, contamination de l'homme. Malgré les succès obtenus dans la neutralisation de certains foyers, la grande plasticité des relations entre les hôtes, les parasites et les mollusques explique que l'épidémiologie des bilharzioses soit en constant remaniement et que cette maladie soit loin de disparaître. Au contraire, dans certaines régions, elle est en pleine voie d'extension, dépendante du développement économique et social et donc favorisée par la mise en valeur de nouvelles terres pour l'agriculture, elle-même tributaire des ressources hydrauliques, et par l'apport de main-d'œuvre provenant de régions parasitées. De plus les énormes déplacements de populations humaines, qui s'observent plus particulièrement dans le monde défavorisé, rendent illusoire la prophylaxie de masse.

La lutte contre la maladie impose une stratégie globale comprenant la lutte contre les mollusques, le traitement des sujets parasités, la gestion des excréta et l'éducation sanitaire.

Dans notre étude au sein de la zone de santé rurale de Bosobolo (Aires de santé de Bokada-Pombo, Bomanza et Bubanda), plus des deux tiers de notre population d'étude connaissaient la schistosomiase urogénitale comme maladie mais ne connaissent pas les mesures de lutte contre cette maladie. Le mode de contamination généralement rapporté était la baignade à la source, la lessive par les agriculteurs qui revenaient de leurs travaux champêtres, ils doivent se baigner avant d'arriver à la maison par crainte d'arriver et repartir à la source. En somme, les pratiques et la méconnaissance des modes de prévention ainsi que les mauvaises attitudes pourraient expliquer la prévalence de cette maladie dans cette espace du pays. Les enseignements sur la schistosomiase urogénitale dans les établissements scolaires et l'éducation pour la santé à long terme sont nécessaires et ont besoin d'être soutenus pour l'atteinte de l'objectif visé c'est-à-dire la lutte contre la morbidité de la schistosomiase urogénitale au sein de nos populations.

REFERENCES

- [1] A Berry H Moné X Iriart Schistosomiasis haematobium, Corsica, France. Emerg Infect Dis 2014 (20) [Medline].
- [2] ALMON SOUHAILA (2017), la Bilharziose au Maroc.
- [3] DEMBELE Ibrahim (2010), Connaissance, attitude, pratique face à la schistosomiase auprès des lycéens et élèves professionnels de la commune de BAGUINEDA.
- [4] Dianou D., Poda J.N., Savadogo L.G., Sorgho H., Wango S.P. & Sondo B. (2004): Parasitoses intestinales dans la zone du complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso Vertigo Vol 5: 2, 1 - 8.
- [5] Garba A., Poda J.N., Dianou D., Zeba A. & Sellin B. (2002). Evaluation de la morbidité bilharzienne dans la vallée du Sourou (Burkina Faso, novembre 2002) Rapport CERMES; 27 pages.
- [6] <https://www.wikipedin.org>.
- [7] [https://wwwpassport. Sante.net](https://wwwpassport.Sante.net).
- [8] K Matsunaga H Nojima DK. Koeh Dependence of hatching of *Schistosoma haematobium* miracidia on physical and biological factors. Parasitol Res 1987 (74) [Medline].
- [9] LANDOURE. A, TRAORE MS, SACKO. M, COULIBALY.G. (2006) Connaissance, attitude, pratique de la population face à la schistosomiase à l'Office du Niger.

- [10] Lebel J. (2003) – La santé, une approche écosystémique CRDI, 84 pages.
- [11] MAYAKA. MA, NITU. (2001) Etude épidémiologique de la Bilharziose à *Schistosoma Masoni* en milieu scolaire dans le Groupement de KIYANIKA.
- [12] Mott K.E., Desjeux P., Moncayo A., Ranque P. & De Raadt P. – Parasitoses et urbanisation. Bull OMS, 1991, 69, 9-16.
- [13] OMS (1998) Rapport de la consultation informelle de l'OMS sur la lutte contre la schistosomiase. WHO/CDS/SIP/99.65pp.
- [14] Parent G., Poda J.N., Zagré N.M., De Plaen R. & Courade G. (2002) Irrigation, santé et sécurité alimentaire en Afrique: quels liens ? Cahiers Agricultures 2002; 11: 9 - 15.
- [15] Poda J.N., Sorgho H., Dianou D., Sawadogo B., Kambou T., Parent G. & Sondo B. - Profil parasitologique de la Schistosomose urinaire du complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso. Bull Soc Path Exot, 2001, 94, 21-24.
- [16] Poda J.-N., Wango S. P., Sorgho H. & Dianou D. (2004): Evolution récente des schistosomoses dans le complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso au Bulletin de la Société de Pathologie Exotique 2004, 97, 1, 47 - 52.
- [17] Sellin B., Simonkovich E. et Diarassouba Z. - Mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasés dans le secteur de Dori, Kaya, Ouahigouya et Dédougou (Haute volta). Doc Tech n° 7357, OCCGE, Bobo Dioulasso, 1980.
- [18] Takougang I., Louis J.P., Migliani R., Noumi E., Mohome N. & Same-Ekoko A. - Quelques aspects comportementaux de l'exposition à la bilharziose dans les aménagements hydro-agricoles en zone sahélienne (extrême nord Cameroun). Cahier Santé, 1993, 3, 457-463.

Conception et Co-Simulation sur Cible FPGA d'un Système d'Acquisition du Signal ECG par Modulation en Rapport Cyclique et Filtrage Dérivateur

[Design and Co-Simulation on FPGA Target of an ECG Signal Acquisition System Using Duty-Cycle Modulation and Derivative Filtering]

Steve Ulriche Otam, E. R. Gamom Ngounou, Jean Mbihi, and Bertrand Moffo Lonla

Research Laboratory of Computer Science Engineering and Automation City, ENSET, University of Douala, Douala, Cameroon

Copyright © 2021 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 paper presents a new acquisition and digital processing system of an ECG (Electrocardiogram) signal. The proposed technique is based on ECG signal processing in Matlab framework, using Duty Cycle Modulation (DCM) and IIR (infinite Impulse Response) derivative filter, with implementation into DsPBuilder. In fact, the detection of the R wave allows to extract the time interval between two consecutive R waves, in order to estimate the corresponding heart rate. Hence, the proposed simple algorithm consists of the following four relevant steps: derivative filtering, detection of peaks, elimination of bad peaks and calculation the heart rate. This algorithm considers that the acquisition of the ECG signal is done by duty cycle modulation, because in this case a simple low-pass decimation filter with bandwidth of 30Hz can simultaneously eliminates high frequency noise while extracting the ECG signal. The duty-cycle modulation circuit requires a maximum of 58 KHz frequency. Then, the digital part implemented using DsPBuilder blocks, consists of a decimation filter with 50 MHz sampling frequency, followed by the proposed algorithmic module. A virtual simulation and a Hardware-In-the-Loop (HIL) co-simulation using the DE10-NANO-SoC board with embedded FPGA-SoC 5CSEBA6U23I7, have been successfully conducted using imported signals into Matlab from *Physionet*.

KEYWORDS: Duty Cycle Modulation, Electrocardiogram (ECG), Heart rate, FPGA target, hardware co-simulation.

RESUME: Cet article présente un nouveau système d'acquisition et de traitement numérique du signal ECG (Electrocardiogramme). La technique proposée est basée sur le traitement du signal modulant ECG par Modulation en Rapport Cyclique (MRC) dans Matlab/Simulink implémentée avec DsPBuilder. En effet, la détection de l'onde R permet d'extraire l'intervalle de temps entre deux ondes R consécutives, en vue de déterminer la fréquence cardiaque correspondante. Ainsi l'algorithme simple proposé comporte quatre étapes importantes suivantes: le filtrage dérivatif, la détection des pics, l'élimination des mauvais pics et l'estimation de la fréquence cardiaque. Cet algorithme considère que l'acquisition du signal ECG se fait par modulation en rapport cyclique, car dans ce cas un simple filtre démodulateur passe-bas de bande passante 30Hz élimine en même temps les bruits hautes fréquences, et de d'extraire extraits le signal ECG. La modulation en rapport cyclique proposée admet une fréquence maximale 58 KHz. Puis, la partie numérique implémentée à l'aide des blocs DsPBuilder, est constituée d'un filtre décimateur de fréquence d'échantillonnage à 50MHz, suivi d'un module algorithmique proposé. Une simulation virtuelle et une Co-simulation HIL (Hardware-In-the-Loop) à base d'un FPGA DE10-NANO-SoC 5CSEBA6U23I7, ont été conduites avec succès en utilisant les données ECG issues de de la base de données *Physionet*.

MOTS-CLEFS: Modulation en Rapport Cyclique (MRC), Electrocardiogramme (ECG), rythme cardiaque, Cible FPGA, hardware Co-simulation.

1 INTRODUCTION

La détection du complexe QRS d'un signal ECG est très importante car elle permet de déterminer la fréquence cardiaque d'un individu. Cette fréquence permet de diagnostiquer l'état cardiaque d'un patient par des spécialistes. A cet effet plusieurs algorithmes ont été développés parmi lesquels [1]: le filtrage dérivatif et digital, la transformée en ondelette, la transformée de Hilbert, l'algorithme génétique, les réseaux de neurones pour des approches adaptatives et prédictives. Cependant la plupart de ces méthodes sont complexes. C'est le cas de la transformée en ondelette implémentée dans [2], [3]. C'est la raison pour laquelle plusieurs travaux se sont penchés dans les algorithmes basés sur les filtrages dérivatifs et digitaux. Le plus utilisé est celui de Pan et Tompkins connu sous le nom de *Pan-Tompkins* [4]. En effet, *Pan et Tompkins* ont proposé en 1985 une méthode de détection présentée à la figure 1 dont les étapes sont: le filtrage passe bande, le filtrage dérivatif, la transformation non linéaire et l'intégration. Cependant, cette méthode présente l'inconvénient de détecter les ondes P ou T dans le cas où elles présentent des grandes pentes et amplitudes. C'est alors qu'en 1990 *Laguna et al* [5]. vont modifier cette méthode en conservant juste le filtrage dérivatif et passe bas et en définissant par la suite un seuil en amplitude et un seuil temporel permettant de détecter les pics. Mais cela ne garantit pas totalement la non détection des éventuelles ondes P et T. Pour remédier à ces inconvénients, les systèmes à seuil adaptatif sont élaborés permettant d'adapter le seuil à chaque amplitude de l'onde R acquise.

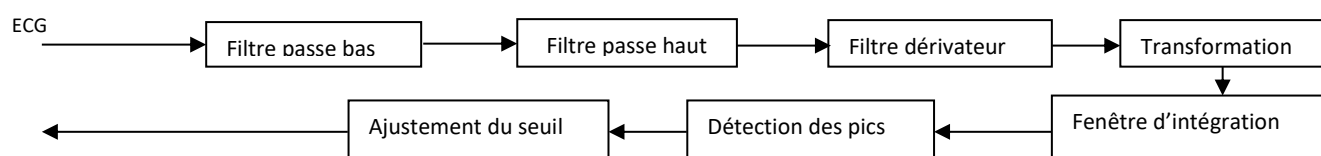


Fig. 1. Différentes étapes de l'algorithme de Pan-Tompkins

Malgré les grandes performances de ces algorithmes, ils nécessitent plusieurs étapes qui mobilisent plusieurs ressources d'un processeur numérique. Par ailleurs le choix de la fenêtre d'intégration ainsi que l'algorithme pour l'ajustement du seuil ne sont pas standards et affectent les résultats. C'est ainsi qu'un algorithme détectant directement les pics serait plus avantageux et plus simple. En effet, nous avons démontré dans [6] que le seul filtre numérique de démodulation utilisé dans l'acquisition du signal ECG par MRC permettait aussi d'éliminer les bruits hautes fréquences tels que montré à la figure 2. Cela permet de se passer des deux premières étapes de l'algorithme de *Pan-Tompkins*. En effet, la conversion A/N par la Modulation en Rapport Cyclique (MRC) est une nouvelle technique qui a déjà été utilisée sur cible microcontrôleur dans [7], [8] et sur cible FPGA dans [9] pour des signaux standards sinusoïdaux. La technique a été utilisée pour l'acquisition des signaux biologiques pour la première fois dans [6] sans monitoring de la fréquence cardiaque. C'est la raison pour laquelle le présent travail vise la détermination de la fréquence cardiaque d'un signal ECG acquis par un convertisseur A/N par Modulation en Rapport Cyclique. La particularité innovatrice de ce travail est que:

- L'implémentation de tout l'algorithme digital est entièrement réalisée par DsPBuilder dans Simulink.
- La Co-simulation se fait à travers l'interface Hardware-In-the-Loop (HIL) de DsPBuilder

Ainsi dans la suite de cet article, nous allons présenter dans la section 2, les méthodes et outils utilisés pour la conception suivie de la Co-simulation du nouvel instrument proposé, de mesure du rythme cardiaque contenu dans un signal ECG acquis par la technique modulation en rapport cyclique. Ensuite la section 3 présentera les résultats et discussions des simulations virtuelles et de Co-simulation. Enfin, la section 4 porte sur la conclusion de l'article.

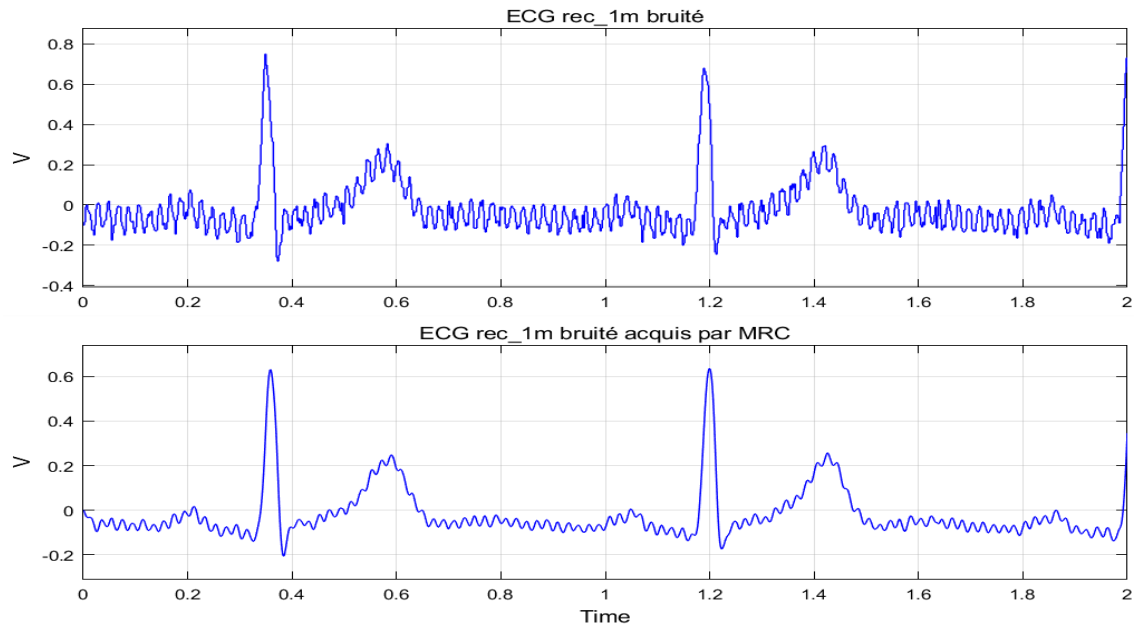


Fig. 2. Signal ECG bruité reconstitué par un filtre démodulateur

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le schéma bloc de l'instrument proposé pour la mesure du rythme cardiaque est présenté dans la figure 3. Dans ce schéma, l'ECG est acquis par la modulation en rapport cyclique, qui sur-échantillonne le signal analogique présent à son entrée à des fréquences très élevées permettant d'augmenter le rapport signal sur bruit (SNR). La reconstruction numérique du signal original $x(t)$ se fait grâce à un simple filtre RII (à réponse impulsionnelle infinie) passe-bas de second ordre.

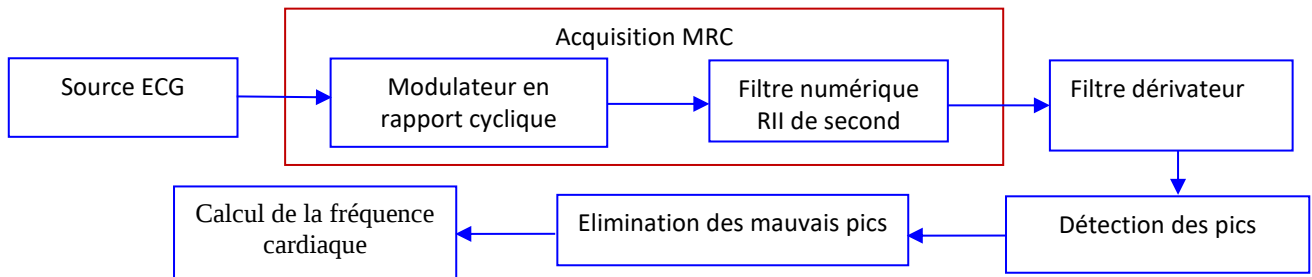


Fig. 3. Schéma bloc de l'instrument proposé pour la mesure du rythme cardiaque

Le signal délivré par le modulateur est donné dans la figure 4 [7].

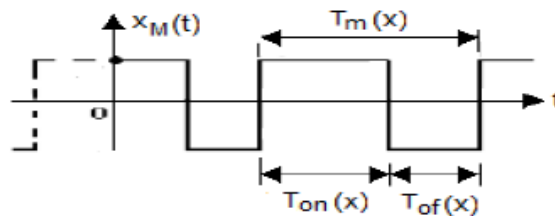


Fig. 4. Profil graphique d'un signal MRC [7]

Le développement en série de Fourier du signal modulé $x_m(t)$ est donné par (1) [7]:

$$x_m(t) = \underbrace{(2 R_m(x(t)) - 1) E}_{\text{basses fréquences}} + \underbrace{\sum_{n=1}^{\infty} \left(\left(\frac{4 E}{\pi} \right) \frac{\sin(n\pi R_m(x(t)))}{n} \cos \left(2 \pi n \frac{t}{T_{osc}(x(t))} \right) \right)}_{\text{hautes fréquences}} \quad (1)$$

Où le rapport cyclique $R_m(x(k))$ est donné par (2) [7]:

$$R_m(x(k)) = \frac{T_{ON}(x(k))}{T_m(x(k))} = \frac{\ln \left(\frac{\alpha_2 x(k) - (1 + \alpha_1) E}{\alpha_2 x(k) + (\alpha_1 - 1) E} \right)}{\ln \left(\frac{(\alpha_2 x(k))^2 - ((1 + \alpha_1) E)^2}{(\alpha_2 x(k))^2 - ((\alpha_1 - 1) E)^2} \right)} \quad (2)$$

α_1 et $\alpha_2=1-\alpha_1$ sont des paramètres du modulateur. La représentation graphique de la fonction rapport cyclique donnée par (2) est présentée dans la figure 5 pour différentes valeurs de α_1 . Cette représentation montre que $R(x)$ présente une linéarité et surtout que cette linéarité est plus élargie pour $\alpha_1 \leq 0.2$. Cette approximation linéaire définie par la relation (3) a été établie dans [7].

$$R_m(x(t)) = \beta x(t) + \frac{1}{2} \text{ with } \beta = \frac{\frac{\alpha_1 \alpha_2}{E(1 - \alpha_1^2)}}{\log \left(\frac{1 + \alpha_1}{1 - \alpha_1} \right)} \quad (3)$$

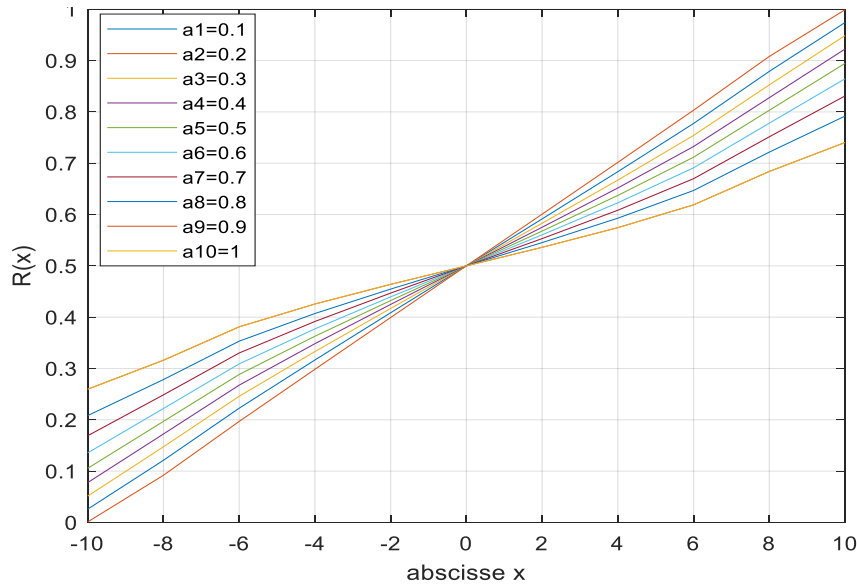


Fig. 5. Représentation graphique de $R(x)$

Finalement, la reconstruction du signal se fait grâce à un filtre numérique RII passe-bas de second ordre obtenu par la discrétisation par *Tustin* du filtre analogique dont l'expression est donnée par (4) [7]:

$$F_c(s) = \frac{K_f w_n^2}{s^2 + 2\zeta w_n s + w_n^2} \quad (4)$$

Le gain statique K_f de ce filtre étant donné par la relation la relation (5) [7]:

$$K_f = \frac{1}{2\beta E} \quad (5)$$

L'expression générale de l'équation de récurrence du filtre numérique de démodulation à implémenter dans un processeur numérique est donnée par (6) [7]:

$$\begin{cases} y(0) = a_0 x(0) \\ y(1) = a_0 x(1) + a_1 x(0) - b_1 y(0) \\ y(k) = a_0 x(k) + a_1 x(k-1) + a_2 x(k-2) - b_1 y(k-1) - b_2 y(k-2) \end{cases} \quad (6)$$

Le modulateur analogique est dimensionné pour une fréquence de base maximale de $f_m(0) = 58 \text{ KHz}$ et le filtre numérique de démodulation a une fréquence de coupure $f_c = 30 \text{ Hz}$ et d'échantillonnage $f_s = 50 \text{ MHz}$. En effet, il a été montré dans [10] que la plus grande puissance de l'ECG est contenue entre 2 Hz et 40 Hz. Cela a permis d'utiliser dans [11] un unique filtre numérique passe bande de 0.5 Hz-30 Hz pour le traitement de l'ECG. C'est dans cette même logique que le filtre numérique de démodulation dans l'acquisition par la modulation en rapport cyclique a été dimensionné.

Après l'acquisition de l'ECG, l'étape de détection des complexes QRS est lancée suivant l'algorithme proposé dans ce travail. En effet le signal ECG présenté dans la figure 6, présente les ondes P et T et le complexe QRS. De ce signal, nous pouvons y relever les informations suivantes en vue d'élaborer notre algorithme:

- L'onde R est de plus grande pente et amplitude: elle constituera le *pic* principal;
- Si on dérive le signal ECG, seule l'onde R sera de plus grandes pentes: cette pente permettra de définir notre seuil fixe.
- L'onde T peut atteindre des grandes amplitudes. Mais elle apparait en général à moins 300 ms (0.3 s) après l'onde R;
- Si on connaît les temps t_1 et t_2 des ondes R_1 et R_2 , alors on peut calculer la fréquence cardiaque par (7).

$$f_{cardiaque} = \frac{60}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

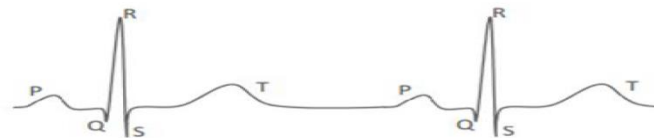


Fig. 6. Profil graphique d'un signal ECG

La figure 7 illustre un exemple typique de l'effet du filtre dérivateur sur l'ECG arythmique 108m de Physionet

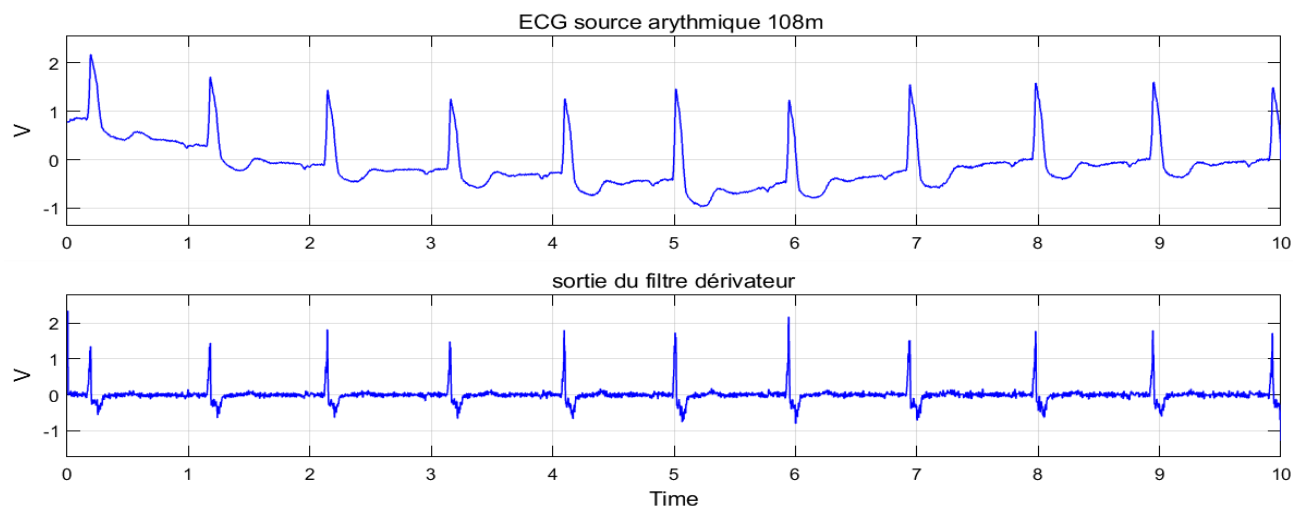


Fig. 7. Effet du filtre dérivateur sur l'ECG arythmique 108m de Physionet

L'équation de récurrence du filtre dérivateur défini dans [12] est donnée par (10):

$$y(n) = x(n) + 2x(n-1) - 2x(n-3) - x(n-4) \quad (10)$$

Ainsi l'algorithme proposé pour la détection du complexe QRS et le calcul de la fréquence est représenté à la figure 8. Les performances d'un tel algorithme sont évaluées par les paramètres TP (*True Positive*) représentant le nombre de R correctement détecté, FP (*False Positive*) le nombre de bruit détecté comme pic et FN (*False Negative*) le nombre d'ondes R non détecté, Se (*sensitivity*) le ratio des *True Positive* et DER (*Detection Error Rate*) l'erreur de la méthode proposée [13].

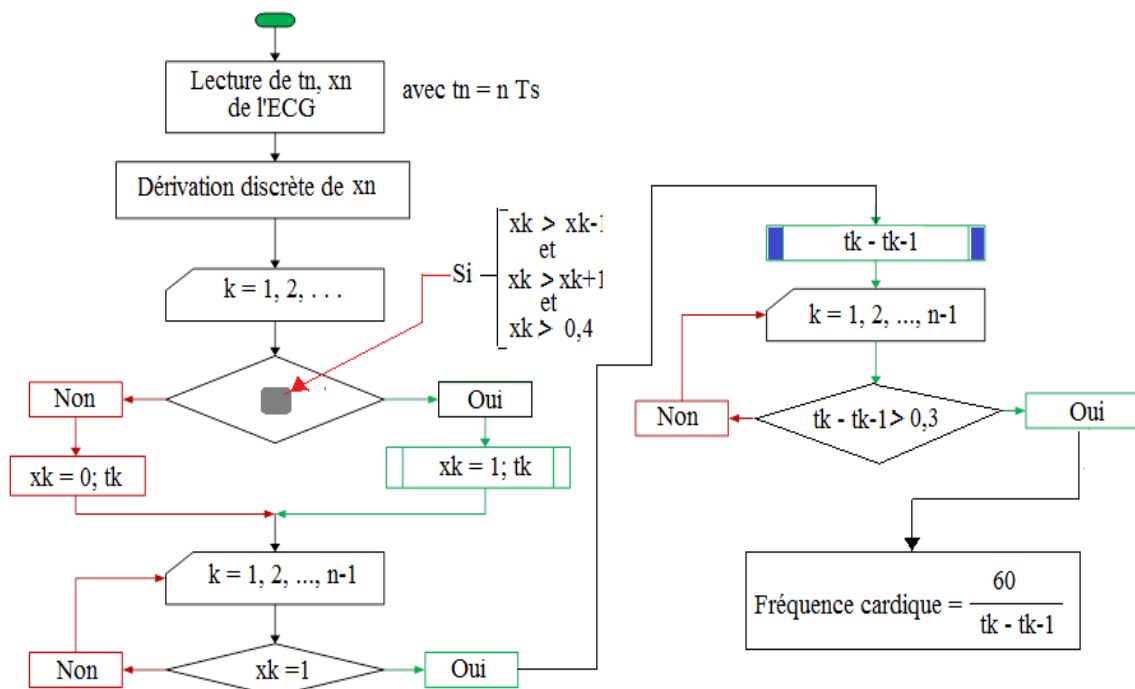


Fig. 8. Algorithme proposé dans ce travail

3 RÉSULTATS DE SIMULATION ET DISCUSSION

3.1 MODÈLE DE SIMULATION VIRTUELLE

Les paramètres de simulation sont résumés dans le tableau 1

Tableau 1. Paramètre de Simulation

Sous système	Données	Paramètres
Signal Biologique	ECG de Matlab; ECG de Physionet	Largeur de Bande=40Hz
Modulateur en rapport cyclique analogique	α_1	0.19902912; $R_1=8.2K$; $R_1=33K$
	α_2	0.800970873
	$\tau = RC$	$R=1K$; $C=22nF$
	E	5V
	$F_m(0)$	58kHz
Redresseur analogique	Bitstream	Diode: 1N4148 $R_p=1K$; $R_s=820$; $C_p=22nF$

2 nd ordre passe bas RII $F_c=30Hz$, $f_s=50MHz$	K	1.2105
	α_0	3.553e-12
	α_1	7.1061e-12
	α_2	3.553e-12
	b_1	-1.9999
Filtre dérivateur	b_2	0.9999
	α_0	1
	α_1	2
	α_2	0
	α_3	-2
	α_4	-1

Les outils de simulation virtuelle sont:

- Matlab/Simulink R2017b;
- Ordinateur PC core i7, 500G et 8G of RAM;
- Physionet.Database, source des signaux biologiques normaux et arythmiques [14].
- DE10-NANO-SoC de référence SE5CSEBA6U2317.

Le modèle virtuel de simulation est donné par la figure 9. Dans ce modèle l'acquisition de l'ECG est faite par la Modulation en Rapport Cyclique modélisé par des composants analogiques. Le redresseur permet de former les bitstreams exploitables par le FPGA. Le filtre numérique démodulateur permet de reconstituer le signal. La seconde étape consiste à détecter les pics de l'ECG. Ainsi le signal acquis passe d'abord dans un filtre dérivateur, par la suite les pics sont détectés par leur mise en 1 selon l'algorithme. Ensuite la troisième étape consiste à éliminer les éventuels pics générés par l'onde T. A cet effet nous les éliminons en comparant l'intervalle de temps entre deux pics à 0.3s conformément à notre algorithme. Nous intégrons la constante 1 pour avoir les intervalles de temps de chaque pic. Finalement la dernière étape permet de relever les différences des différents temps ($t_{k+1}-t_k$), calculer leur moyenne puis finalement la fréquence cardiaque en beat/min (bpm).

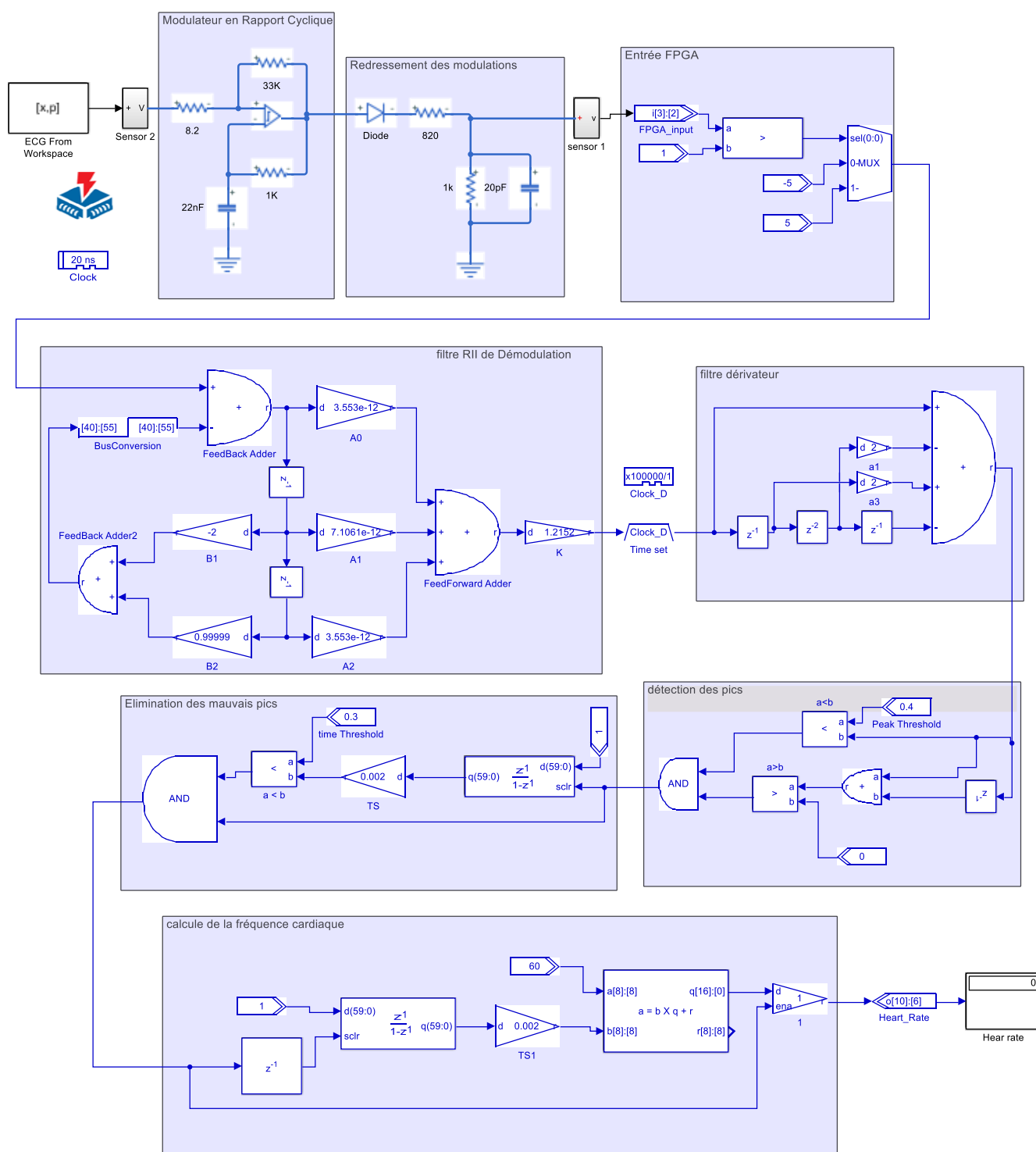


Fig. 9. Schéma complet de simulation virtuelle

3.2 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.2.1 RÉSULTATS AVEC LES SOURCES DE MATLAB

Ces résultats sont très importants car ils permettent de comparer les fréquences calculées par notre algorithme à celles de Matlab. Nous avons simulé les sources 45 bpm, 60bpm et 82bpm. La figure 10 présente les résultats graphiques de traitement du cas de la source 45 bpm. Les profils des résultats graphiques de traitement des autres sources sont similaires. Le tableau 2 présente la synthèse et comparaison des résultats à ceux de Matlab avec les paramètres de performances TP, FP, FN, Se et DER. Se et DER sont calculés par (11) et (12) [13]:

$$S_e = \frac{TP}{TP + FN} \quad (11)$$

$$DER = \frac{FP + FN}{TP} \quad (12)$$

Comme nous pouvons constater dans le tableau 2, notre approche algorithmique développée, détecte bien évidemment les pics et calcule les fréquences cardiaques à des erreurs relativement faibles. Il est important de souligner que l'algorithme proposé est très simple par rapport à d'autres disponibles dans la littérature [15].

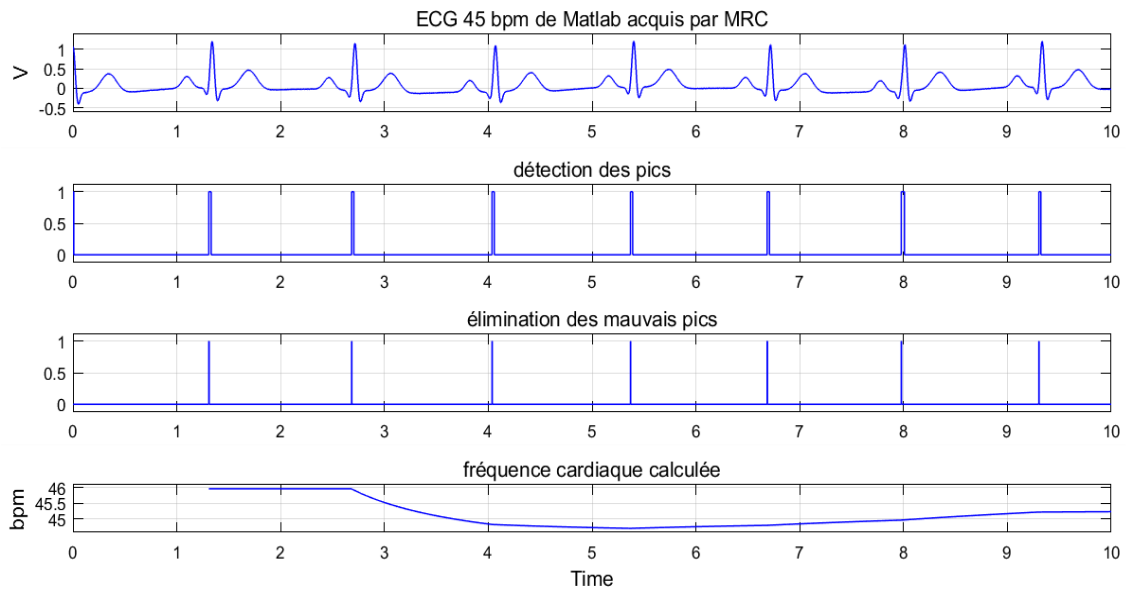


Fig. 10. Cas de 45 ECG bpm dans Matlab

Tableau 2. Synthèse des résultats pour les sources ECG de Matlab

Source en bpm	Nombre d'onde R	TP	FP	FN	Se (%)	DER	fréquence en bpm
45	7	7	0	0	100	0	45
60	10	10	0	0	100	0	60
82	14	14	0	0	100	0	83

3.2.2 RÉSULTATS AVEC LES SOURCES DE PHYSIONET

Nous avons simulé 10 sources ECGs normaux bruités prises dans la banque de données de Physionet afin d'apprécier le rôle de notre filtre démodulateur et 10 autres sources ECGs d'arythmie pour évaluer les performances de notre algorithme sur les signaux anormaux. Les résultats obtenus et traduits en grandeurs de performance TP, FP, FN, Se et DER sur 60s d'enregistrements, sont résumés dans les tableaux de synthèse (et tableau 4).

Cependant, si une onde R se produit rapidement lors de l'enregistrement de l'ECG à moins 0.3 seconde (cas des sources 6, 9 et 10), notre modèle la considère comme une onde T. C'est un cas pour notre algorithme de ne pas détecter un complexe QRS. Un autre cas de non application de notre algorithme est un cœur sujet des problèmes pathologiques graves pouvant grandement modifier la morphologie ou les paramètres du signal ECG tel qu'une tachycardie ventriculaire.

Tableau 3. Synthèse des résultats des ECGs normaux de Physionet

Signal	Nombre d'onde R	TP	FP	FN	Se (%)	DER (%)	Fréquence cardiaque (beat/min)
Rec_1	66	66	0	0	100	0	73
Rec_2	72	72	0	0	100	0	71
Rec_3	72	72	0	0	100	0	70
Rec_4	78	78	0	0	100	0	79
Rec_5	78	78	0	0	100	0	82
Rec_6	78	77	0	1	98.7	1.29	78
Rec_7	72	72	0	0	100	0	76
Rec_8	66	66	0	0	100	0	70
Rec_9	78	77	0	1	98.7	1.29	66
Rec_10	84	83	0	1	98.8	1.20	84

Tableau 4. Synthèse des résultats des ECGs arythmiques de Physionet

Signal	Nombre d'onde R	TP	FP	FN	Se (%)	DER (%)	Fréquence cardiaque (beat/min)
101m	66	65	0	1	98.48	1.53	66
102m	72	72	0	0	100	0	72
103m	66	66	0	0	100	0	72
104m	78	77	0	1	98.71	1.29	77
107m	66	66	0	0	100	0	69
108m	66	65	0	1	98.48	1.53	61
109m	96	95	0	1	98.95	1.05	93
111m	72	72	0	0	100	0	72
112m	84	84	0	0	100	0	86
113m	54	54	0	0	100	0	57

3.3 RÉSULTATS DE CO-SIMULATION HARDWARE-SOFTWARE AVEC LE HARDWARE-IN-THE-LOOP (HIL)

La Co-simulation Hardware-Software est une nouvelle technique qu'offre l'utilisation d'un FPGA permettant d'intégrer un FPGA Hardware dans un modèle software. Matlab/Simulink offre l'interface FPGA-In-the-Loop (FIL) permettant de simuler avec les blocks Simulink. Mais nous avons utilisé l'outil technique d'Altéra appelé Hardware-In-The-Loop (HIL). Le système pour la Co-simulation est présenté par le schéma block de la figure 11. Il est composé d'une partie virtuelle réalisée dans l'environnement Matlab/Simulink et d'un FPGA matériel de la famille Cyclone V d'Altéra, un DE10-NANO-SoC de référence SE5CSEBA6U23I7 et fonctionnant en 50MHz.

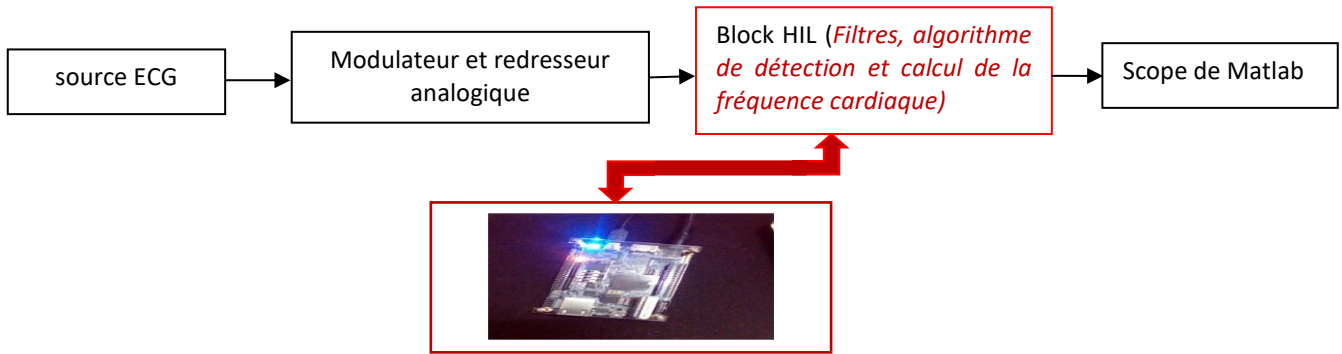


Fig. 11. Schéma bloc du système de Co-simulation Matérielle

Le modèle de Co-simulation est présenté à la figure 12 et les résultats testés sur un ECG sont présentés dans la figure 13. On peut remarquer que les mêmes performances obtenues par simulation virtuelle sont obtenues par Co-simulation. Par ailleurs les ressources du FPGA utilisées pour l'algorithme proposé et pour tout le système sont présentés dans le tableau 5 tandis que les paramètres du convertisseur A/N développé calculés par (13) [9] et (14) ont été résumés dans le tableau 6.

$$N = \log_2 \left(\frac{f_s}{f_m} \right) \quad (13)$$

$$SNR = 6.02N + 1.76 \quad (14)$$

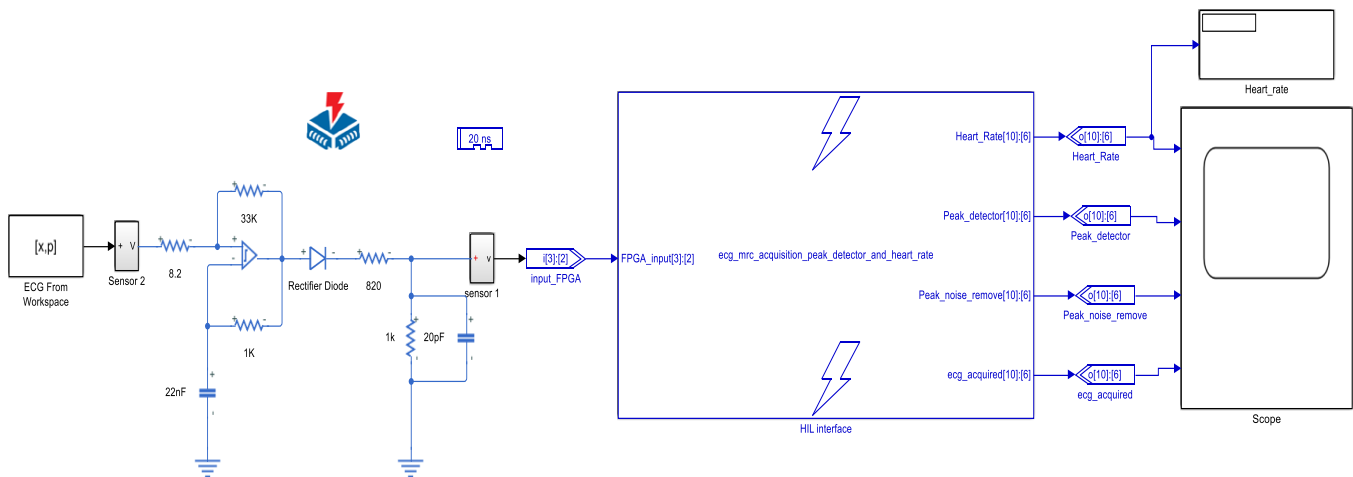


Fig. 12. Model de Co-simulation HIL

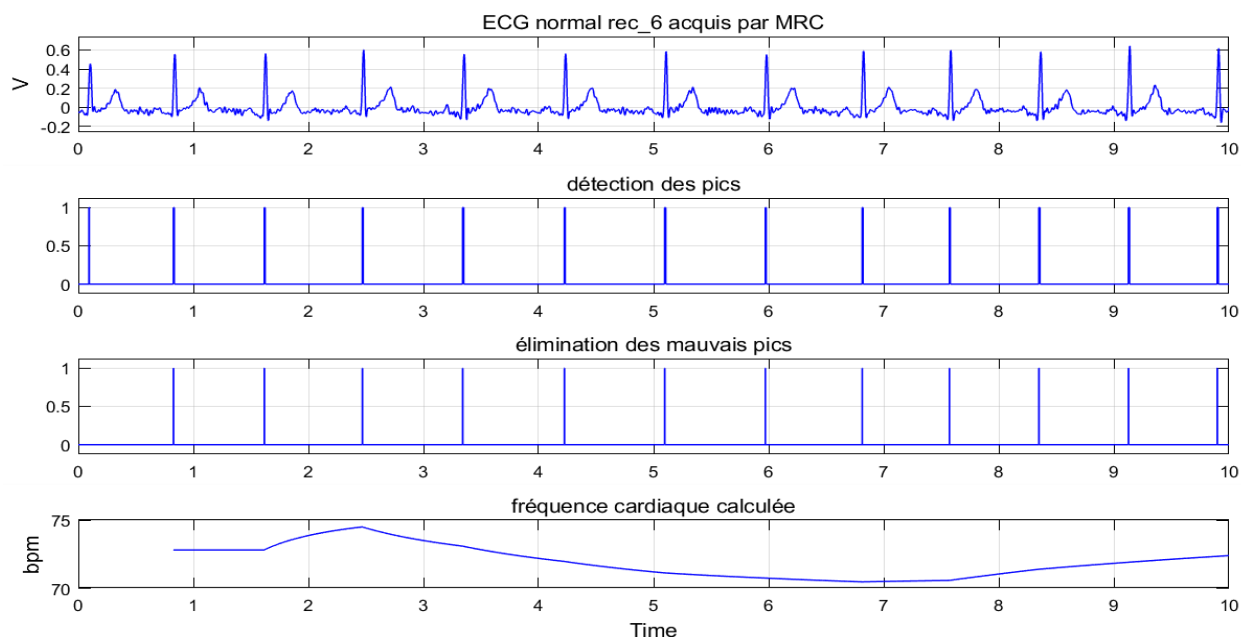


Fig. 13. Résultat de co-simulation HIL pour l'ECG rec_6 normal de Physionet

Tableau 5. Synthèse de compilation et utilisation des ressources

Ressources	Algorithme proposé	CAN-MRC proposé
Logic utilization	242/41910 (<1%)	2245/41910 (5%)
Total register	222	1963
Total DSP Blocks	4/112 (4%)	70/112 (63%)

Tableau 6. Paramètres du CAN à MRC développé

Paramètres	Valeurs
Résolution N	9.75 bits $\approx$ 10 bits
SNR	60.465 dB

4 CONCLUSION

Cet article a présenté un algorithme réduit et simple pour détecter les complexes QRS d'un ECG en vue de déterminer la fréquence cardiaque. A cet effet l'algorithme développé présentant des seuils fixes a été appliqué dans notre système d'acquisition par la modulation en rapport cyclique permettant ainsi d'éviter toutes les étapes de prétraitement définies par Pan-TompKins grâce au seul filtre de démodulation. Cette innovation importante qu'offre la technique MRC a été testé d'abord par simulation virtuelle et ensuite par Co-simulation Matérielle-logicielle. Les résultats très satisfaisants révélés par les paramètres de performances montrent les bonnes performances de notre algorithme et système. Désormais il sera possible d'acquérir un signal ECG par la modulation en rapport cyclique (MRC) et de connaître sa fréquence cardiaque.

REFERENCES

- [1] Bert-Uwe Köhler, Carsten Hennig, Reinhold Orglmeister, "The Principles of Software QRS Detection". IEEE engineering in medicine and biology. pp 42-57, 2002.
- [2] Frank Martínez-Suárez, Carlos Alvarado-Serrano, "VHDL Module for the R Wave Detection in Real Time Using Continuous Wavelet Transform". IEEE 16th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE), September 2019.

- [3] Bo Zhang, Loïc Sieler, Yann Morère, Benoît Bolmont and Guy Bourhis, "Dedicated wavelet QRS complex detection for FPGA implementation." IEEE, 3rd International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing, pp 1-6, May 2017.
- [4] JIAPU Pan, Wills J. Tompkins "A real Time QRS Detection Algorithm" IEEE Transactions on biomedical Engineering, vol. BME-32.
- [5] P. Laguna et al., "New algorithm for QT interval analysis in 24-hour Holter ECG: performance and applications," Medical & Biological Engineering & computing. Vol-28, pp.67-73, January 1990.
- [6] Otam stève Uriche, MOFFO LonLa Bertrand, GAMOM NGOUNOU E. R. Christian, MBIHI Jean, "A novel FPGA-Based Multi-Channel Signal Acquisition System Using Parallel Duty-Cycle Modulation and Application to Biologic Signals: Design and Simulation". Journal of Electrical Engineering, Electronics, Control and Computer Science, volume 7, Issue 24, pp 13-20, 2021.
- [7] Jean Mbihi, F. Ndjali Beng, M. Kom, L. Nneme Nneme, "A Novel Analog-to-digital conversion Technique using nonlinear duty-cycle modulation". International Journal of Electronics and Computer Science Engineering. Vol 1, N°3, p 818-825, 2008.
- [8] J.Mbihi, L. Nneme Nneme, "A Multi-Channel Analog-To-Digital Conversion Technique Using Parallel Duty-Cycle Modulation". International Journal of Electronics and Computer Science Engineering. Vol 1, N°3, p826-833, 2012.
- [9] Sonfack Gisèle Béatrice¹, Mbihi Jean, "FPGA-Based Analog-to-Digital Conversion via Optimal Duty-Cycle Modulation". Electrical and Electronic Engineering. 8 (2): pp 29-36, 2018.
- [10] Nitish V. Thakor, John G. Webster, Willis J. Tompkins, "Estimation of QRS Complex Power Spectra for Design of a QRS Filter". IEEE transactions on biomedical engineering, vol. bme-31, no. 11, pp 702-705, november 1984.
- [11] Divya Savani, Ukshit Prajapati, Harsh Shingala, Prashant Tanti, "A New Method for Acquisition and Analysis of ECG Signal using Virtual Environment". International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). Volume 67 Issue 3, pp 105-110, March 2019.
- [12] Rémi Dubois, "Application des nouvelles méthodes d'apprentissage à la détection précoce d'anomalies en électrocardiographie". Thèse de doctorat de l'Université Paris 6, spécialité électronique, 27 janvier 2004.
- [13] Karim Meddah, Malika Kadir Talha, Hadjer Zairi, Mohammed Nouah, Said Hadji, Mohammed A. Ait, Besma Bessekri and Hachemi Cherrih, "FPGA implementation system for qrs complex detection". Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications, Vol. 32, No. 1, pp (2050005) 1- (2050005) 14, February 2020.
- [14] PhysioBank Databases, <http://www.physionet.org/physiobank-ATM/database>.
- [15] Matlab 2017b, Patrick S. Hamilton, Open Source ECG Analysis (OSEA), <http://www.eplimited.com/confirmation.htm>.
- [16] Priyanka Mundhe, Anand Pathrikar, "Design of an Effective Algorithm for ECG QRS Detection using VHDL". *International Journal of Science and Research (IJSR)*, volume 3 Issue 7, pp 1321-1324, July 2014.
- [17] Aveen Sai Madiraju, Nareesh Kurella, Rama Valapudasu, "FPGA Implementation of ECG feature extraction using Time domain analysis". *ResearchGate*, February 2018.
- [18] Ivan Dotsinsky, Todor Stoyanov, "Continuously Tested and Used QRS Detection Algorithm: Free Access to the MATLAB Code". *INT. J. BIOAUTOMATION*, pp 61-70, March 2019.
- [19] Dheyaa Alhelal, Khald A. I. Aboalayon, Mohammad Daneshzand and Miad Faezipour, "FPGA-Based Denoising and Beat Detection of the ECG Signal". *IEEE*, 2015.
- [20] Madhura Bhosale, Abhijit Chitre, "Real Time ECG Acquisition and FPGA Based QRS Detection". *IEEE Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)*, 2018.
- [21] Himanshu Chhabra, R.K.Sharma, "Study of R Peaks using HRV Processor In MATLAB Simulink". *IEEE International Conference on Trends in Electronics and Informatics*, pp 865-868, 2017.
- [22] Jonathan Moeyersons, Matthew Amoni, Sabine Van Huffel, Rik Willems and Carolina Varon, "R-DECO: an open-source Matlab based graphical user interface for the detection and correction of R-peaks". *Peerj computer science*, pp 1-20, 21 October 2019.
- [23] Srishti Dubey, Kamna Grover, Rahul Thakur, Anu Mehra, Sunil Kumar, "Comparative Analysis of QRS Detection Algorithms and Heart Rate variability Monitor Implemented on Virtex-4 FPGA". *International Journal of Advanced Engineering Research and Technology (IJAERT)*, pp 10-15, August 2014.
- [24] Hadeel N. Abdullah, Bassam H. Abd, "A Simple FPGA System for ECG R-R Interval Detection." *IEEE 11th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, pp 1379- 1382, 2016.
- [25] Ngan Vuong Thuy Nguyen, Long Duc Tran, Tuan Van Huynh, "Detect QRS complex in ECG". *12th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*. pp 2022-2027, June 2017.

Dynamique urbaine et services de base à Agboville (Sud de la Côte d'Ivoire)

[Urban dynamics and basic services in Agboville (Southern Côte d'Ivoire)]

Mai Gilles-Harold Wilfried

Docteur en géographie, Université Félix-Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study focuses on urban dynamics and basic services. It focuses on Agboville, a historic city created ex-nihilo by settlers. The main objective of this study is to highlight the correlation between urban growth and the development of basic services at different periods.

The methodological approach consisted in exploiting the Master Urban Development Plans (PUD, 1970; 1994 and 2018) and the reports of the various INS censuses (RGPH, 1988-98 and 2014). It was completed by the exploitation and selection of aerial photographs from the IVC (1970) and KOKUSAI (1994) missions at CCT/BNETD for cartographic purposes. It also involved interviews with local authorities and direct observation of available basic services.

The results show that there is a significant de-correlation in the current development of Agboville between urban sprawl and its networks. The city is expanding without following the facilities. The result is an imbalance related to the phase shift in the spatial dynamics and the growth of the facilities. The urban dynamics led by a population in constant evolution takes precedence over the development of public services. This situation leads to a deterioration in access to basic urban services because population growth makes the available basic services de facto insufficient.

KEYWORDS: Spatial dynamics, population growth, water, electricity, health, Agboville, Côte d'Ivoire.

RESUME: La présente étude porte sur la dynamique urbaine et les services de base. Elle s'intéresse à Agboville, ville historique, créée ex-nihilo par les colons. L'objectif principal de cette étude vise à mettre en évidence la corrélation entre la croissance urbaine et le développement des services de base et ce, à différentes périodes.

La démarche méthodologique a consisté à exploiter les Plans d'Urbanisme Directeur (PUD, 1970; 1994 et 2018) et les rapports des différents recensements de l'INS (RGPH, 1988-98 et 2014). Elle a été complétée par une exploitation et la sélection des clichés des photographies aériennes des missions IVC (1970) et KOKUSAI (1994) au CCT/BNETD à des fins cartographiques. Cette démarche a aussi concerné la réalisation des entretiens avec les autorités locales et une observation directe des services de base disponibles.

Les résultats montrent qu'il y a une dé-corrélation importante dans le développement actuel de la ville d'Agboville entre l'extension urbaine et ses réseaux. La ville s'étend sans que ne suivent les équipements. Il en résulte un déséquilibre lié au déphasage en la dynamique spatiale et la croissance des équipements. La dynamique urbaine menée par une population en constante évolution prend le pas sur le développement des services publics. Cette situation conduit à une détérioration dans l'accès aux services de base urbains car la croissance démographique rend de facto insuffisants les services de base disponibles.

MOTS-CLEFS: Dynamique spatiale, croissance démographique, eau, électricité, santé, Agboville, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'urbanisation et la croissance des villes favorisent le développement national en diversifiant les sources de revenus, en offrant plus d'options de services (donc à meilleur coût), et en ouvrant des perspectives favorables à l'innovation et à l'acquisition des compétences (Kessides, 2006, p.52).

L'Afrique a particulièrement été marquée au cours de la deuxième moitié du 20^e siècle par le processus d'urbanisation qui s'est diffusé à des dates différentes. Selon Doziwonou (2003, p.285), ce continent est dans l'ensemble caractérisé par un

phénomène de macrocéphalie ou de primatialité, un phénomène significatif d'une armature urbaine fragmentaire. En moyenne, les villes primatiales, généralement les capitales, rassemblent près de 30 % de la population urbaine et sont 3 à 5 fois plus peuplées que la seconde ville du pays. À côté, se développent les villes secondaires qui constituent un niveau inférieur des systèmes urbains. Cette production urbaine (la multiplication des villes secondaires) qui s'est accélérée au cours de ces trois dernières décennies s'est accompagné des disparités importantes. Aucune ville secondaire africaine n'est aujourd'hui à l'abri des vulnérabilités distinctes et souvent multiples. En effet, l'expansion inégale et non planifiée du domaine urbain met les ressources sous pression et limite la capacité de déployer services et infrastructures. Les établissements informels s'étalent souvent jusque sur des zones humides de faible élévation, les plaines inondables et les estuaires, menaçant l'intégrité des écosystèmes qui assurent la protection contre les inondations et le filtrage des nutriments (ICLEI et CGLU Afrique, 2014, p 32).

Situé au sud forestier ivoirien, Agboville a bénéficié très tôt du boom du café-cacao. Elle a également bénéficié du chemin de fer dans le cadre de la mise en place d'un grand nombre d'infrastructures économiques en Côte d'Ivoire, dans le but de favoriser l'achèvement des produits vers la métropole. Cette infrastructure de communication a fait d'Agboville une zone de commerce devenant ainsi un pôle économique, un carrefour d'échange. La ville fut, par ailleurs, érigée en chef-lieu de département en 1970 et en commune de plein exercice en 1980 et a bénéficié de l'implantation de la COTIVO, l'un des complexes textiles ivoiriens, en raison de sa proximité d'Abidjan. Ces facteurs devraient permettre à la ville d'assurer son propre développement. Cependant la ville est confrontée à une situation de développement contrarié. La ville s'étale sans réel infrastructure et équipements de base. La dynamique urbaine se réalise avec l'insuffisance et la vétusté des équipements et infrastructures socio-collectifs, l'insalubrité, la paupérisation et les contraintes naturelles.

La présente étude analyse la dynamique spatiale et la croissance démographique afin de mettre en évidence la corrélation entre la croissance urbaine et le développement des services de base.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour parvenir à ces objectifs, la méthodologie s'est d'abord basée sur l'exploitation des Plans d'Urbanisme Directeur (PUD, 1970; 1994 et 2018), les rapports des différents recensements de l'INS (RGPH, 1988-98 et 2014) et les bilans et rapports des services des structures déconcentrées présentes dans la ville. Elle a été complétée par une exploitation et la sélection des clichés des photographies aériennes des missions IVC (1970) et KOKUSAI (1994) au CCT/BNED à des fins cartographiques. Cette démarche a ensuite concerné la réalisation des entretiens dans le second semestre des années 2017 et 2018 avec les autorités locales notamment le secrétaire général de la mairie (le maire étant indisponible) et les différents chefs des services municipaux spécialement ceux des services techniques, financières et administratives. Cette investigation s'est achevée par la phase de visite de terrain pour nous rendre compte de l'état de fonctionnement des infrastructures de base et la qualité des services qui en découlent.

Notre étude se déroule à Agboville. La ville d'Agboville est le chef-lieu de département d'Agboville et de région de l'Agnéby-Tiassa; elle s'étend sur une superficie de 1422,43 ha. Elle est limitée au Nord par les sous-préfectures de Rubino et de Grand-Morié, à l'Ouest par celle de Loviguié, au Sud par les sous-préfectures de Guéssiguié et d'Azaguié et à l'Est par les départements d'Adzopé et d'Alépé. La figure 1 présente la situation de la ville.

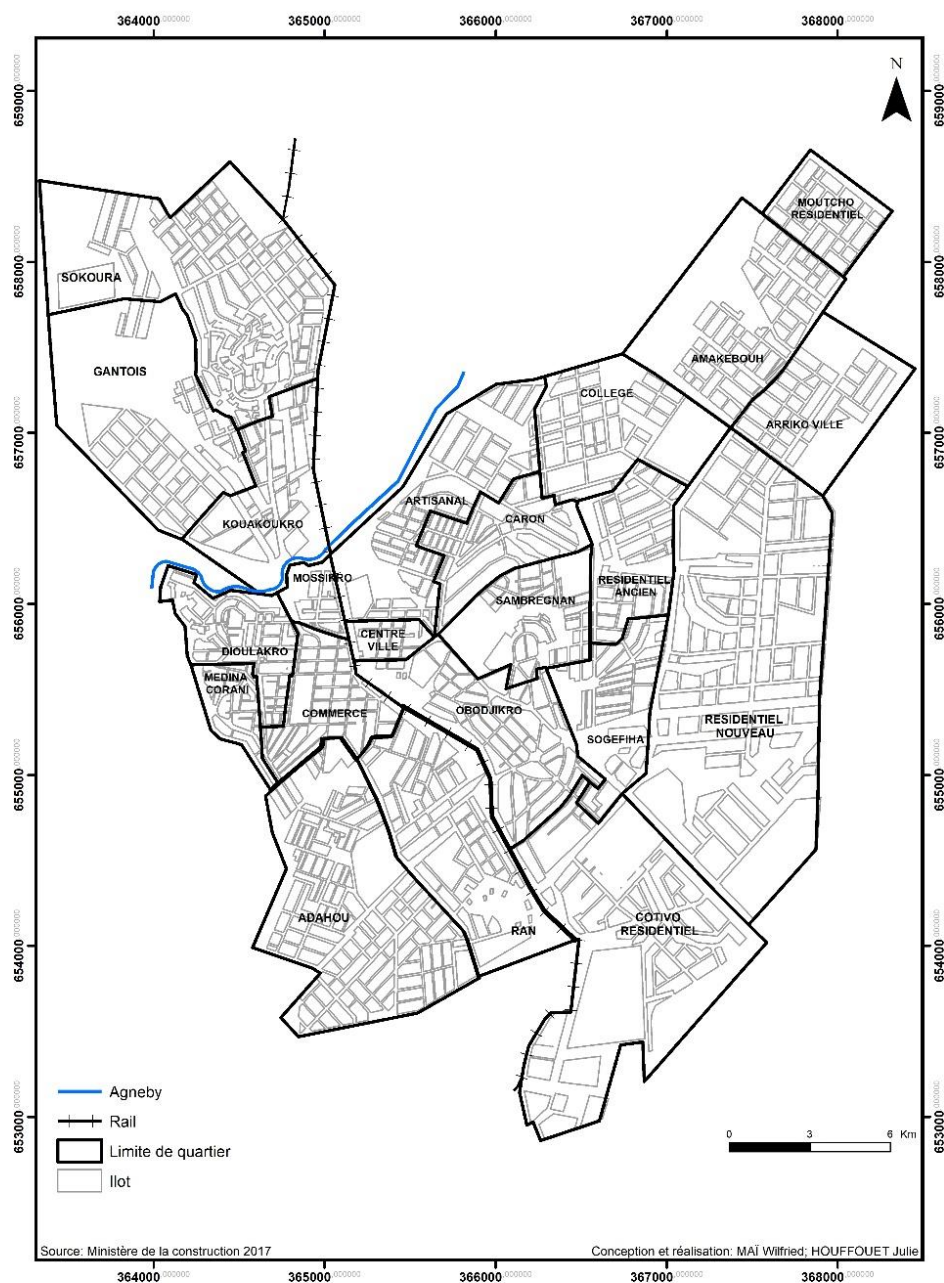


Fig. 1. Présentation d'Agboville

3 RÉSULTATS

3.1 UNE POPULATION À CROISSANCE ÉLEVÉE

Agboville connaît une croissance démographique dynamique depuis son érection en poste administratif colonial en 1909. Les résultats des différents recensements de la population d'Agboville depuis 1975 permettent d'apprécier l'évolution de la population (Tableau 1).

Tableau 1. Evolution de la population d'Agboville

Année	Population				Taux d'Accroissement Moyen Annuel (%)		
	1975	1988	1998	2014	1975-88	1988-98	1998-14
Agboville	26 914	46 045	53 822	85 588	4,21	0,98	2,94

Source: INS, recensement de 1975 à 2014

Les résultats des différents recensements de la population d'Agboville enregistrés dans le tableau depuis 1975 permettent d'identifier 3 périodes du dynamisme démographique de cette ville.

- **Période 1: 1975-1988**

Pendant cette période, la population d'Agboville augmente rapidement passant de 26 914 habitants à 46 045, soit un TAMA de 4,21%. Cette phase correspond à la période de prospérité économique de la ville qui est caractérisée par l'érection de cette dernière en préfecture par la loi n° 69-241 du 09/06/1969 et en commune de plein exercice par la loi de 1978 ainsi que par la mise en service en janvier 1976 de la Cotonnière Ivoirienne "COTIVO", pourvoyeuse d'emplois nouveaux. En outre, l'on peut également citer l'amélioration des conditions de transport du fait du bitumage de l'axe routier Abidjan-Agboville, réduisant le trajet à 45 minutes. Ces facteurs ont contribué à faire croître à double vitesse la population urbaine d'Agboville. A ces derniers peuvent s'ajouter d'autres déterminants que sont l'immigration, la croissance naturelle ainsi que le phénomène de l'exode rural du fait du vieillissement des plantations des campagnes incitant les jeunes des villages à converger en direction de l'agglomération en quête d'un mieux-être.

- **Période 2: 1988-1998**

L'on assiste à un ralentissement de la croissance démographique. La population croît faiblement en passant de 46 045 en 1988 à 53 822 habitants en 1998, soit un TAMA de 0,96%. C'est la période des effets induits de la crise économique que vit la Côte d'Ivoire depuis 1980. On assiste par ricochet au licenciement des employés de la COTIVO du fait de la baisse de rendement de l'usine. Agboville est plongée dans une léthargie économique.

- **Période 3: 1998-2014**

De 53.822 habitants en 1998, la population d'Agboville est évaluée en 2014 à 85 588 habitants, soit un TAMA de 2,94%. C'est la phase de la reprise de la croissance rapide de la population. Cette situation trouve sans nul doute une explication dans la série de crises sociopolitique et militaire associée à un taux de fécondité encore élevé dans cette ville. En effet, ville située à proximité d'Abidjan, Agboville a constitué une localité mieux sécurisée. Elle a ainsi accueilli un nombre important de populations déplacées internes.

De même, cette cité abrite de nombreux élèves en provenance des villages environnants et localités voisines. Aussi, on y rencontre certains fonctionnaires exerçant et logeant à Agboville mais résidant dans d'autres villes. Agboville est alors qualifiée de «cité dortoir et ville scolaire». Ainsi, pourrait-on également attribuer la croissance démographique de la ville au secteur éducatif car en plus de sa fonction de cité dortoir, Agboville est un important centre scolaire.

3.2 UNE DYNAMIQUE SPATIALE INDUITE PAR LA CROISSANCE RAPIDE DE LA POPULATION

L'évolution spatiale d'Agboville peut être appréhendée en quatre temps que sont la période coloniale, la période allant de l'indépendance à la création des premières communes post coloniales en 1980, la période allant de 1980 à 1990 et enfin de 1990 à nos jours.

- **La période coloniale**

De sa création en 1909 jusqu'à la veille des indépendances, la ville compte huit quartiers. Nous sommes passés d'un poste de gare flanqué d'un poste administratif à une ville. La ville s'étend le long de la voie ferrée, en témoigne les premières photos aériennes datant de 1956-1957.

- **De l'indépendance à 1980**

La première décennie après les indépendances ne se remarque pas particulièrement pour ce qui est de l'extension spatiale de la ville. Nous avons la création et le lotissement des quartiers artisanal, Caron, des quartiers Adahou et Médina-Corani. A partir de 1970, la ville connaît son premier plan d'urbanisme directeur. Elle entre dans l'air de la planification urbanistique. Selon le rapport de synthèse de ce plan, la ville couvre à cette époque une superficie de 400 ha.

La seconde décennie post indépendance est marquée à Agboville par une grande expansion de la ville. Nous avons un nouveau tracé de route appelé rue des banques qui relie le rond-point de l'église catholique au quartier Dioulakro. La construction de cette voie qui passe par Godékro entraîne la démolition du quartier dont le reste est loti et rattaché au quartier Artisanal. Les autres quartiers précaires que sont Comikro et Port-Bouet sont réhabilités. Comikro est intégré au quartier RAN tandis que Port-Bouet

est rattaché à Adahou. Durant cette même décennie un nouveau site est aménagé au Nord-Ouest le quartier gantois, tandis qu'à l'Est de Sambregnan est aménagé le quartier Sogefiha. La superficie de la ville passe de 400 à 600 ha de 1970 à 1980.

- **De la communalisation des années 1980 à 1990**

De 1980 à 1990 la forte dynamique spatiale amorcée à partir de 1970 ne faiblit pas. On assiste à la création de nouveaux quartiers que sont le quartier aviation actuellement appelé résidentiel nouveau, les quartiers Adahou extension et Sokoura extension. Il y a aussi la création de quartiers spontanés que sont, Amakebou et Baygon. La superficie de la ville durant cette décennie passe de 600 ha à 800 ha.

- **De 1990 à aujourd'hui**

La ville s'est encore étendue avec la création de nouveau quartiers que sont COTIVO résidentiel, Arriko-ville, Amakebou extension, Moutcho résidentiel. On assiste aussi au lotissement d'Amakebou. La superficie de la ville passe de 800 ha à 1637 ha (PUD, 2016).

Les figures 2 et 3 font une synthèse des différentes phases de l'évolution spatiale d'Agboville.

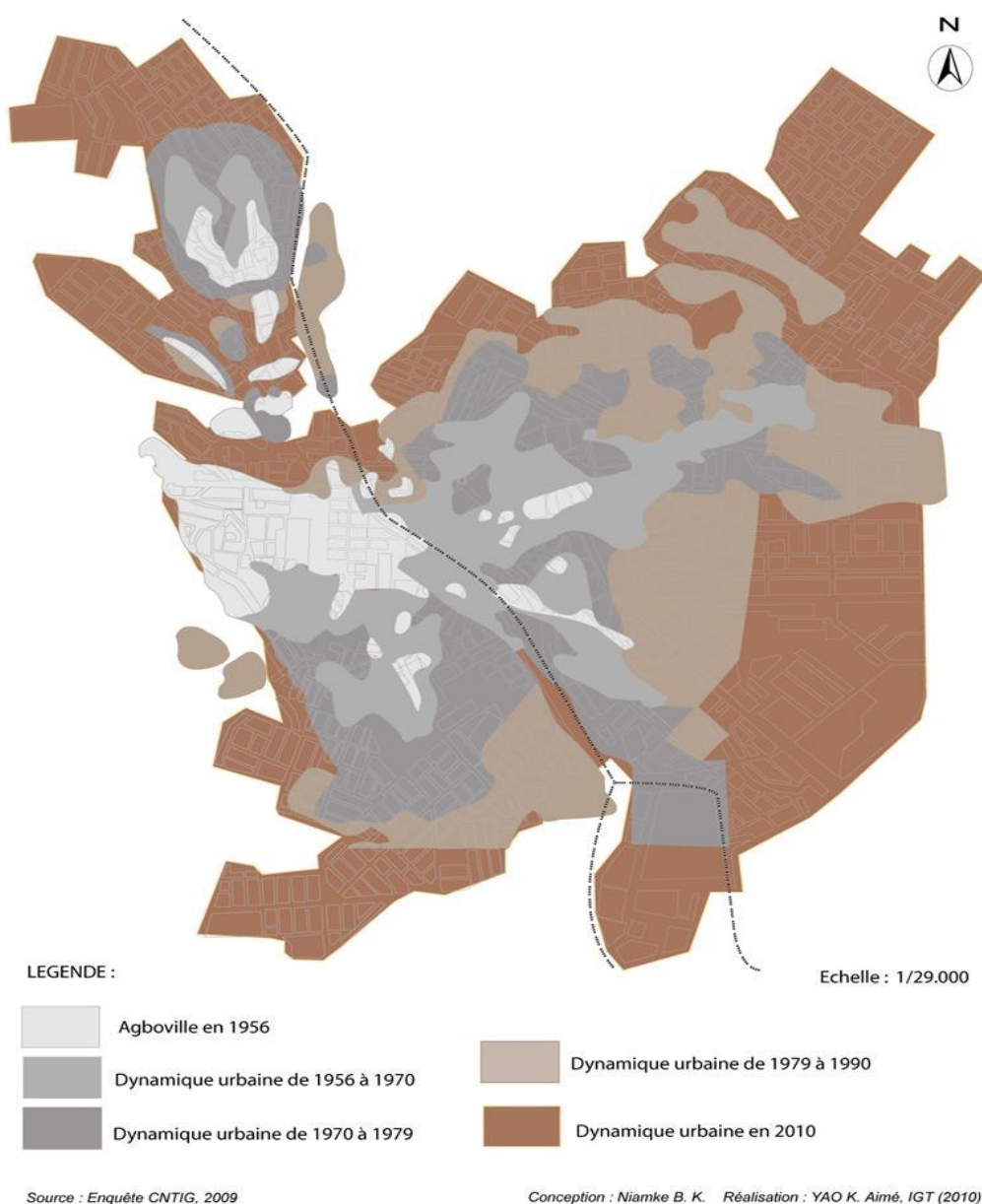


Fig. 2. Evolution d'Agboville de 1956 à 2010



Fig. 3. Evolution d'Agboville de 2010 à nos jours

3.3 UNE CROISSANCE URBAINE SOURCE DE DÉFICIT ET D'INÉGALE RÉPARTITION DES ÉQUIPEMENTS ET SERVICES DE BASE

3.3.1 DES ÉQUIPEMENTS SCOLAIRES INSUFFISANTS ET INÉGALEMENT RÉPARTIS

Dans l'enseignement primaire, la ville d'Agboville enregistre une moyenne de 42 élèves par classe. Cette moyenne est en deçà de la norme de l'UNESCO pour qui il faudrait 30 à 33 élèves par classe pour assurer un encadrement adéquat. Le tableau ci-dessous présente la situation de l'éducation dans la ville.

Tableau 2. Ratio élèves/classe en 2017

	Effectif des salles classes	Effectif des élèves	Ratio classe/élèves
Primaire	102	4 295	1/42
Secondaire	315	22 083	1/70
Secondaire (privé)	181	10551	1/58
Secondaire (public)	134	11579	1/86

Source: DRENET-FP, 2017

Au niveau du secondaire, la ville enregistre de façon générale un ratio de 70 élèves par classe. Cette moyenne est largement inférieure à la norme de l'UNESCO qui recommande 30 à 33 élèves par classe. De façon détaillée, le ratio dans le secteur de

l'enseignement public est de 86 élèves par classe en raison d'un effectif de 11579 élèves pour 134 salles de classes. Dans l'enseignement secondaire privé, la moyenne est de 58 élèves par classe, soit 10551 élèves rapportés à un effectif de 181 salles de classes. Cette moyenne est également inférieure à la norme de l'UNESCO mais dans une moindre mesure. Il en résulte une pléthore d'effectif dans les salles de classe des écoles secondaires de la ville d'Agboville. Cette abondance d'élèves est plus importante dans le secteur public que celui du privé. Il se dégage un contraste entre le secteur privé et le secteur public: le premier enregistre plus de salles de classes et moins d'élèves tandis que c'est le sens inverse dans le second le secteur. La figure ci-dessous montre une inégale répartition des établissements scolaires à Agboville. En effet les quartiers comme Dioulakro, Centre-ville, Collège, Obodjikro, Résidentiel nouveau et Sokoura concentrent la majeure partie des équipements scolaires. En effet ces quartiers comptent plus de 60% des établissements scolaires. Cependant l'on constate que certains quartiers de la ville ne disposent d'aucune infrastructure scolaire. Il s'agit des quartiers Arriko ville, Amakebough, Gantois, Mossikro et Cotivo résidentiel. La figure 4 présente la répartition des établissements à Agboville. Les établissements primaires et secondaires sont inégalement répartis dans l'espace. Des quartiers comme Amakebough, Arriko ville ne possèdent aucun établissement en leur sein.



Fig. 4. Répartition des établissements secondaires à Agboville

3.3.2 DES INFRASTRUCTURES SANITAIRES INSUFFISANTES ET INÉGALEMENT RÉPARTIS

Agboville se compose de 14 établissements sanitaires dont 8 appartiennent au secteur public, soit 57,14% de l'offre des soins dans la ville. Ainsi, l'une des caractéristiques du système sanitaire de la ville d'Agboville est la prédominance du secteur public dans l'offre de soins. Agboville est caractérisée par 4 types d'établissements sanitaires répartis comme suit: 3 Infirmeries de Lycées et Collèges (INF-LC) qui représentent 37,50% de l'offre publique; 3 CSUS que sont la PMI, le Service de Santé Scolaire et Universitaire (SSSU) et le District Sanitaire d'Agboville (DSA), ces derniers constituent également 37,50% des établissements sanitaires publics; le CHR et l'Institut National Spécialisé (INS) qui n'est autre que l'INHP représentent chacun 12,50% de l'offre.

La répartition des établissements sanitaires est inégale dans l'espace agbovilais. La figure N°5 permet d'apprécier la distribution disparate de ces derniers dans la ville. Sur les 17 quartiers que compte la ville, 8 abritent les structures sanitaires de soins. Il s'agit des quartiers Centre-Ville, Dioulakro, Collège, Sambrégnan, Résidentiel nouveau, Soghéfi, Ran et Adahou. En outre, la distribution spatiale de ces établissements selon le statut et le type est inégale dans la ville.

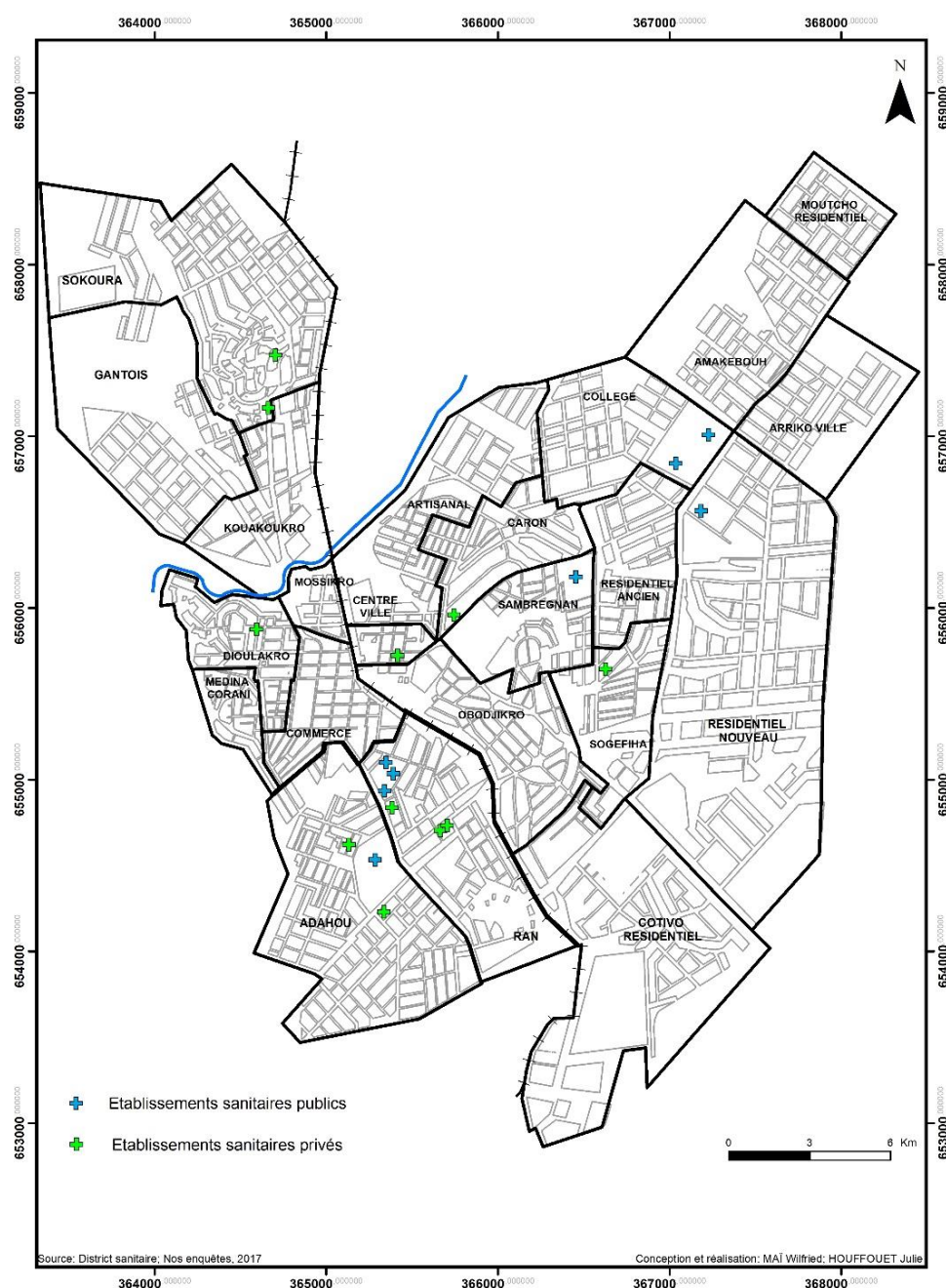


Fig. 5. Répartition des infrastructures sanitaires à Agboville

Le quartier Ran concentre à lui seul 42,85% des structures sanitaires, soit 6 établissements de santé et possède la moitié de l'offre publique de soins. Les quartiers Centre-Ville et Collège possèdent chacun 07,14%.

Dans le même temps, les quartiers comme Obodjikro et Sokoura sont dépourvus de structures sanitaires. Aucun établissement de soins n'existe dans ces derniers alors que selon les recommandations de l'OMS, il faudrait qu'il soit construit au minimum un ESPC pour 10 000 à 15 000 habitants. Adahou et Dioulakro font l'exception vue qu'ils détiennent respectivement 14,28 % et 07,14 % de l'offre disponible soit deux structures de soins pour l'un et une pour l'autre. Les quartiers faiblement peuplés que sont Sambrégnan, Résidentiel Nouveau, Sogéfiha disposent chacun de 07,14%. Ainsi, les quartiers moyennement (Ran, Centre-Ville, Collège) et faiblement peuplés (Sambrégnan, Résidentiel Nouveau, Sogéfiha) concentrent les établissements de soins; 11 au total, soit 78,57% structures sanitaires.

3.3.2.1 UNE COUVERTURE EN RESSOURCES HUMAINES SATISFAISANTE

Le ratio personnel de santé/population est indicateur couramment utilisé pour évaluer la disponibilité en ressources humaines en santé. Dans le tableau 3 sont consignées les données relatives à l'effectif du personnel soignant d'Agboville ainsi qu'aux ratios se rapportant à ces derniers.

Tableau 3. Ressources humaines et ratios

	Médecins	Infirmiers	Sages-femmes	Total
Effectif	31	76	32	131
Ratio	2 760	1 240	717	653

Source: Nos enquêtes, nos calculs, 2018.

Le personnel médical de la ville d'Agboville se compose de 31 médecins, 76 infirmiers et 32 sages-femmes. De ces chiffres, l'on obtient les ratios suivants: 1 médecin pour 2 760 habitants, 1 infirmier pour 1 240 habitants, 1 sage-femme pour 717 FAP.

Ces données relatives aux ressources humaines montrent que, les trois principaux indicateurs ont atteint les normes OMS qui sont de 1 médecin pour 10 000 habitants, 1 infirmier pour 5 000 habitants et 1 sage-femme pour 3000 FAP. Par conséquent, nous pouvons dire que le personnel médical comprenant tant le personnel du public que celui du privé, disponible dans le centre urbain de la localité d'Agboville, est suffisant pour la prise en charge de la population. Cette bonne couverture est le fait du CHR car, 51,61% des médecins identifiés, 78,26% des infirmiers recensés et 78,12% des sages-femmes dénombrées appartiennent au personnel médical dudit établissement.

3.3.2.2 UNE COUVERTURE EN RESSOURCES MATÉRIELLES INSUFFISANTE

Les ressources matérielles dont il s'agit ici dans le cadre de notre analyse, comprennent les structures de soins et la capacité d'accueil de ces dernières.

L'analyse des données sur la disponibilité des infrastructures montre qu'à ce niveau des efforts et non des moindres restent encore à faire. Le tableau 4 présente les ratios population par ESPC et CHR.

Tableau 4. ESPC/CHR et ratios

	ESPC publics	CHR
Effectif	6	1
Ratio	1 ESPC/ 14 264	1 CHR/ 85 588

Source: Nos enquêtes, 2018.

Le ratio population par ESPC est un indicateur qui permet d'apprécier la capacité du système de santé à offrir des soins de santé primaire. Selon l'OMS, il doit être de 1 ESPC pour 10 000 habitants.

En procédant d'abord par une analyse exclusive du secteur public qui compte 6 structures de premiers contacts, nous avons obtenu le ratio de 1 ESPC public/14 264 habitants. Cette statistique est en dessous des attentes de l'OMS. Au demeurant, il ne s'agit que de centres de santé spécialisés c'est-à-dire que leur offre est ciblée et s'adresse ainsi à une catégorie bien précise de la population à savoir le couple mère/enfant, les élèves et par extension le corps enseignant. Cette situation dénote l'insuffisance de l'offre publique en matière d'ESPC et par ricochet l'incapacité de l'État à assurer son rôle d'offrir des soins de santé primaire à toute la population d'Agboville.

Le ratio population par hôpital de référence (HG et CHR) est un indicateur qui permet d'apprécier la capacité du système de santé à offrir des soins hospitaliers aux populations d'un département ou d'une Région. Nous ne tiendrons pas compte de ce paramètre et allons procéder au calcul de ce ratio pour trois raisons. La première est qu'Agboville est la première bénéficiaire de cet établissement; la seconde est que nous voulons vérifier déjà si à l'échelle de la ville, le CHR arrive à satisfaire la population. La troisième raison est le fait que, depuis le début de calcul de tous les ratios, nous avons toujours pris en compte le CHR; ne pas le faire ici remettrait en cause les résultats obtenus ci-dessus.

De fait, le ratio CHR par population est de 1 CHR pour 85 588 habitants. Selon les recommandations de l'OMS, il doit être de 1 hôpital pour 100 000 habitants; ce qui signifie que l'indicateur en couverture d'hôpital de référence est atteint uniquement pour la ville d'Agboville.

En résumé, ces différents ratios montrent très clairement qu'Agboville manque d'ESPC publics; alors que l'État est censé faciliter et rapprocher les soins de santé primaire des populations.

3.3.3 CAPACITÉ D'ACCUEIL DES STRUCTURES HOSPITALIÈRES À AGBOVILLE

Cet indicateur permet d'apprécier la capacité du système de santé à Agboville à offrir des services d'hospitalisation aux populations. Le tableau 5 contient toutes les informations relatives à la capacité d'accueil des structures hospitalières à Agboville.

Tableau 5. Capacité d'accueil des structures hospitalières à Agboville

Établissements sanitaires	CHR	AGEM
Nombre	60	6
Total	66	
Ratio	8 lits d'hospitalisation/ 10 000 habitants	

Source: Nos enquêtes, nos calculs, 2018.

Le CHR et l'AGEM comptent respectivement 60 et 6 lits d'hospitalisation. La norme lits d'hospitalisation/habitants est de 25 lits ouverts/10 000 habitants. Bien que le CHR soit une entité régionale; nous allons appliquer cette norme à la ville d'Agboville. Cet établissement se localise dans notre zone d'étude, il participe donc à l'offre de soins. De plus, plus de la moitié des chefs de ménages interrogés ont indiqué fréquenté cet établissement.

Ainsi, à Agboville, on a 66 lits d'hospitalisation pour 85 588 habitants. En effectuant une règle de trois, on obtient un ratio de 8 lits d'hospitalisation/10 000 habitants. Ce ratio est largement en dessous des attentes du MSLS. Nous concluons alors que le système de santé d'Agboville n'arrive pas à offrir correctement des soins hospitaliers à la population: le nombre de lits d'hospitalisation est insuffisant.

Ce sont là des insuffisances qui rendent difficiles l'accès aux soins hospitaliers dans le public et de façon générale dans la localité d'Agboville; car rappelons que le CHR est une structure sanitaire d'échelle régionale. Par conséquent, elle dessert toute la population de l'aire de la région sanitaire de l'Agnéby-Tiassa.

3.4 UN DÉFICIT D'ACCÈS À L'EAU

La fourniture en eau potable à Agboville est assurée par la société de distribution d'eau en Côte d'Ivoire (SODECI). Pour assurer ce service la SODECI dispose de trois (03) châteaux d'eau tous fonctionnels avec une capacité totale de 1500 m³ et de 03 stations de traitement d'eau.

Pour une production annuelle de 980 000m³, le nombre de branchements dans la ville est de 9680 pour 7052 abonnés et une consommation annuelle de 940 800m³ soit 96% de consommation.

S'agissant du niveau de couverture, on constate que les quartiers Cotivo, Résidentiel nouveau et Amakébouh ne sont pas desservis par le réseau d'eau potable. Cependant, il existe un projet de connexion de ces quartiers sur un linéaire 15000 m. Quant aux quartiers Adahou et Ran, ils sont partiellement desservis. La SODECI envisage deux projets importants pour améliorer son service dans la ville d'Agboville. Il s'agit de la réhabilitation de deux stations de traitement datant respectivement de 1967 et 1977.

3.5 DANS LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ

La ville d'Agboville est connectée au réseau électrique à partir de la centrale thermique d'Abobo et de la centrale hydraulique de Taabo. Le réseau électrique est estimé à 93 km dont 6,5 km de ligne haute tension (HTB). De nombreux quartiers ne bénéficient

pas du réseau électrique notamment Adahou extension, Collège, Moutcho résidentiel, Sambregnakro, et Amakebough. La ville d'Agboville est relativement bien éclairée. Le réseau d'éclairage public s'étend sur 59 km et pratiquement tous les quartiers sont bien desservis.

4 DISCUSSION

La présente étude a permis de montrer un déficit des services de base urbains dont l'inégale distribution crée des déséquilibres. Cette situation de crise résulte du fait d'un étalement urbain entraîné par la croissance rapide de la population qui elle-même, s'est effectuée disproportionnellement à la dynamique d'équipements. Il s'est donc créé une dé-corrélation importante dans le développement entre l'extension urbaine et ses réseaux. La ville d'Agboville s'étend sans que ne suivent les équipements.

Ces résultats nous ont orientés vers d'autres travaux de recherche des auteurs aussi bien ivoiriens que d'autres pays.

En Côte d'Ivoire, les résultats de Loba (2008, p 152) portant sur l'urbanisation des villes de Bingerville, Dabou et Grand-Lahou sont similaires aux nôtres. Pour lui, l'urbanisation de ces villes côtières du fait d'une croissance démographique galopante s'est accompagnée d'un faible niveau d'équipements et de structuration. On obtient par conséquent des ratios de l'ordre de 47 élèves/classe dans l'enseignement. Le domaine de la santé est marqué par une inégale couverture spatiale des structures sanitaires et une faiblesse des ratios d'encadrement. Dans la même veine, Memel (2010, p 264-247) nous apprend que La ville dispose d'une gamme d'équipements collectifs qui lui assure une certaine influence sur sa commune et son département. Elle apparaît comme un pôle d'organisation de son hinterland, de canalisation des flux de personnes, de produits et d'argent, comme génératrice d'économies d'échelle tant interne qu'externe. Mais le constat est que la répartition des équipements et infrastructures de base n'est pas la même. La mise en place de ceux-ci s'est faite sous le signe de disparités et de l'inégalité. Les quartiers au sud de la National A concentrent le plus d'investissement. Les autres majoritairement des lotissements récents en sont dépourvus. Malgré les efforts de développement, les équipements sont insuffisants. Les plus représentatifs dans la ville sont ceux qui concernent l'éducation.

D'autres études réalisées montrent la généralisation de cette situation en Afrique. Selon le rapport de la Banque Mondiale sur l'urbanisation en Afrique (2017, p.30), le processus de concentration de la population dans les villes n'a pas donné lieu à des investissements suffisants dans les infrastructures urbaines et autres structures industrielles et commerciales, ni dans une offre appropriée de logements abordables. Pour Olodo (2018, p.1), l'Afrique, plus que toute autre région du monde, connaît une urbanisation rapide entraînée par une croissance démographique fulgurante: 237 millions habitants en 1995 à 472 millions d'individus en 2015 et en perspective, 560 millions citoyens dès 2020. Cet accroissement de la population urbaine n'est pas allé de pair avec un investissement des pouvoirs publics. Il en résulte donc un manque criard d'infrastructures, une aggravation des inégalités au sein des zones urbaines. Ils se manifestent par la faiblesse du parc immobilier qui fait que 60% de citoyens africains résident dans les bidonvilles. Cette concentration favorise des inégalités entre les couches sociales. Ceci peut aller de l'accès limité aux services de base (eau, électricité et santé) à la discrimination sur le marché de travail, en passant par les écarts de revenus.

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il faut retenir que du fait de son histoire et de ses potentialités économiques, Agboville continue de faire face à une croissance rapide de sa population. Cette croissance de la population a provoqué un étalement urbain important. Cette dynamique que connaît la ville ne se fait pas sans conséquence notamment dans le domaine des équipements et services de base où l'on constate que la mise en place des équipements ne suit pas la dynamique urbaine.

REFERENCES

- [1] BANQUE MONDIALE, Ouvrir les villes africaines au monde; rapport sur l'urbanisation en Afrique: pour soutenir la croissance il faut améliorer la vie des habitants et des entreprises dans les villes; 50 p, 2007.
- [2] DOZIWONOU Yao, "les systèmes urbains africains: diversité et contraste"; revue CAMES - Série B, Vol: 005; N°1-2, pp 281-291, 2003.
- [3] DUREAU Françoise, Croissance et dynamiques urbaines dans les pays du Sud. In: Ferry Benoît (ed.), Gautier Arlette (ed.), Samuel O. (ed.), Golaz V. (ed.), Hamelin Philippe (ed.). La situation dans les pays du Sud: synthèse et ensemble des contributions de chercheurs des institutions de recherches partenaires; Nogent-sur-Marne (FRA); New York: CEPED; ONU, 2004, p. 203-225, 2004.
- [4] HOUFFOUET Aya, infrastructures sanitaires et accès aux soins de santé a Agboville, mémoire de master, IGT, Université Félix Houphouët-Boigny, 159 p., 2016.
- [5] KESSIDES Christine, La transition urbaine en Afrique subsaharienne: Impacts sur la croissance économique et la réduction de la pauvreté; 90 p., 2006.
- [6] LOBA Akou, Dynamique de développement des villes côtières dans la région des lagunes: cas de Bingerville, Dabou et Grand-Lahou, Thèse unique Abidjan, Université de Cocody-Abidjan, IGT, 389 p, 2008.
- [7] Memel Frédéric, ressources communales et aménagement urbain en côte d'ivoire: cas de la ville de Dabou, Thèse unique Abidjan, Université de Cocody-Abidjan, IGT, 353 p, 2010.
- [8] Ministère de la Construction et de L'urbanisme, 2016, plan d'urbanisme directeur, rapport définitif volume 1, 154 p.
- [9] N'TCHUVI Yves Cyrille, Evolution d'une ville secondaire périphérique d'Abidjan: Agboville, Mémoire de maitrise, IGT, Université Félix Houphouët-Boigny, 134 p., 2014.
- [10] ONU-HABITAT, L'état des villes africaines, réinventer la transition urbaine; Kenya, 275p, 2014.
- [11] OLODO Espoir, Urbanisation en Afrique: le tic-tac d'une bombe à retardement, 2018 [Online] Available: <https://www.agenceecofin.com/hebdop2/0202-54019-urbanisation-en-afrique-le-tic-tac-d-une-bombe-a-retardement> (20 février 2019).

The relation between Industry 4.0 and Supply Chain 4.0 and the impact of their implementation on companies' performance: State of the Art

Abdellah Sassi¹, Mohamed Ben Ali², Mohammed Hadini², Hassan Ifassiouen², and Said Rifai²

¹Industrial Engineering, ENSEM School of Engineering, University Hassan II, Casablanca, Morocco

²LMPGI Research Laboratory, ESTC High school of Technology, University Hassan II, Casablanca, Morocco

Copyright © 2021 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: Globalization has led to greater income, due to the rapid digital transformation that started to seem so important under the current circumstances because of the Covid-19 virus. To handle the performance issues the supply chains has to become smarter and all the researchers argued on the necessity of having smart SCs. The automotive industry plays a significant role in the advancement of technology development and its application, despite that, the research field lack of articles that deal with SCM 4.0 in this industry. The aim of this paper is to present a literature review of Supply Chain 4.0 and Industry 4.0 in the companies also to study the relationship between all these parties, to give us a ground to continue our works consisting the study of the impact of the implementation of SC4.0 on the industrial performance of automotive companies in a developing country such as Morocco.

KEYWORDS: Supply Chain 4.0; Smart Logistics; Industry 4.0; automotive industry; Morocco.

1 INTRODUCTION

All major industries are pushed to explore new ways to digitize their operations due to the current situation in the world because of the pandemic of the covid-19 virus; this digital transformation is considered as a strategic weapon, Industry 4.0 and Smart Factory are the terms that are being used for digital transformation [1].

The automotive industry plays a significant role in the advancement of technology development and its application, despite that, the research field lack of literature, only limited researches and writings that deal with SC 4.0 in this industry [2]. Industry 4.0 is the source of these new technologies, it includes additive manufacturing, advance robotics and cobots, artificial intelligence, augmented reality, human-machine interfaces, machine-to-machine communication, blockchain, internet of thing, cloud stored data, internet of services, digital transformation, autonomous vehicles, drones, etc [3].

Real benefits are given to the plants where the industry 4.0 technologies are implemented, such as performance, improvement, costs and delay reductions, most of these technologies could be implemented in the automotive factories and affect all of the processes within this type of industry such as engineering, production logistics, management etc [3].

According to Zekhnini, (2020) [2] the researches on SCM 4.0 is more Europe-centric at the moment, in fact, this concept is researched in developed rather than emerging countries, the author concluded that the countries which are aware of the importance of the digital transformation are the most likely to conduct and publish studies about this concept, at the same time many underdeveloped and developing countries has a lack of interest in it.

This paper focused only on the state of art of the relation between Industry 4.0 and Supply Chain 4.0 and the impact of their implementation on companies' performance

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 a literature review. Additionally, section 3 Conclusion and perspectives.

2 LITERATURE REVIEW

2.1 INDUSTRY 4.0

Industry 4.0 appeared, thanks to a German effort, for the first time in 2011 before that, the world has experienced four industrial revolutions shown in fig. 1, the term 'Industry 4.0' evokes a fourth industrial revolution and combine a set of technologies and concepts related to the reorganization of the value chain [4].

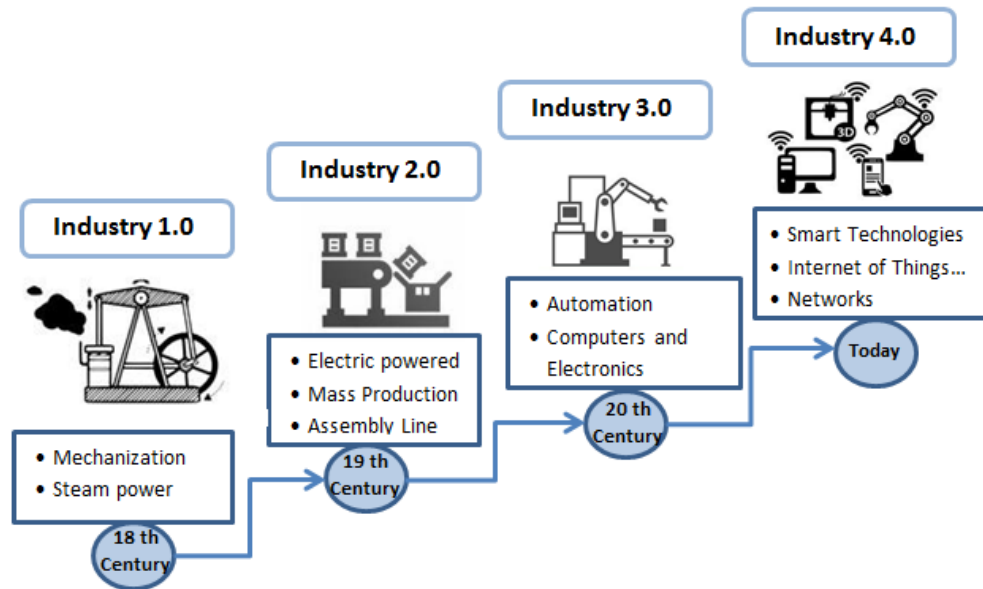


Fig. 1. Industrial revolution

Sources: b.telligent, Cademix.

The following table provides different definitions for industry 4.0 in different scholarly articles.

	Definition	Author/s
1	"Industry 4.0 is the vision of smart components and machines which are integrated into a common digital network based on the well proven internet standards." [5]	Kolberg, D. 2017
2	"Industry 4.0 shall be defined as the embedding of smart products into digital and physical processes. Digital and physical processes interact with each other and cross geographical and organizational borders." [6]	Shmid, R. 2015
3	"The term Industry 4.0 comprises a variety of technologies to enable the development of a digital and automated manufacturing environment as well as the digitization of the value chain." [7]	Oesterreich, T. D. and Teuteberg, F. 2016
4	"Industry 4.0 is the sum of all disruptive innovations derived and implemented in a value chain to address the trends of digitalization, transparency, mobility, modularization, and network-collaboration and socializing of products and processes." [8]	Pfohl H. C. 2015
5	"The convergence of industrial production and information and communication technologies, called Industry 4.0"; "In this publication, the authors name three key components of Industry 4.0: the IoT, Cyber- Physical Systems (CPS), and Smart Factories." [9]	Hermann, M. 2016
6	"Industry 4.0 will involve the technical integration of CPS into manufacturing and logistics and the use of the Internet of Things and Services in industrial processes. This will have implications for value creation, business models, downstream services and work organization." [10]	Kagermann, H. 2013

2.1.1 MAIN INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES

Table 1. The definition of some enabling technologies

Enabling Technology	Definition	Author/s
Cyber – physical systems (CPSs)	"CPSs achieve the integration of physical and cybernetic networks through the use of multiple sensors, actuators, processing and control units and communication devices." [4]	Douaioui, K. 2018
Internet of things (IoT)	"The Internet of Things is defined by ISO / IEC 30141 as an interconnection infrastructure for physical entities, systems, information sources and intelligent services capable of processing information from the physical and the virtual world," [4]	Douaioui, K. 2018
Big data analytics (BDA)	"big data refers to the enhanced decision making capabilities, due to the collection and analysis of large data sets" [11]	Astill, J. 2020
Cyber Security	"Emergence of data analysis and sharing technologies have forced users and manufacturers to secure their information" [12]	Holtwert, P. 2013
Cobotif	"Active cooperation with human operators during all industrial Activities" [13]	El-kaime, H. 2020
Painting 3D	"Manufacture of objects from a 3D model through a process in which the layers of materials are laid under precise computer control" [13]	EL-Kaime, H. 2020
Virtual Reality	"Improvement of the real environment of a human being thanks to a virtual environment"	-

We conclude that the industry 4.0 is the use of a variety of technologies, which are integrated into a common digital network, to improve industry by addressing digitalization, transparency, mobility, modularization and socializing of products and processes, so as to deal with the new global challenges such as sustainability, environment, the constantly changing customer demand and the complex and vulnerable business environment.

2.2 SUPPLY CHAIN 4.0

To present the definitions of the supply chain it's necessary to define the concept of "logistics" first:

"Logistics is the setting up of products or raw materials to customers in the best conditions, and when we talk about the conditions, it's mean a minimum cost, a better time, quality and a good delivery" [14]

Table 2. Definitions of Supply Chain 4.0

	Definitions	Author/s
1	"Smart Logistics" is related to planning and control by tools, means and intelligent methods, and the degree of intelligence depends on the applications and methods used" [4]	-McFarlane, D. 2016. -Douaioui, K. 2020
2	"SC4.0 is an advanced framework with interconnected procedures that grows from detached applications to a wide relationship, coordinated and effective between phases of the SC" [2]	-Merlino and Sproge, 2017. -Zkhni, K. 2020
3	"Supply Chain 4.0 is the re-organization of supply chains – design and planning, production, distribution, consumption, and reverse logistics – using technologies that are known as "Industry4.0". These technologies, which emerged in the 21st century, are largely implemented by firms in high-income countries" [15]	-Ferrantino, M, J. and Koten, E. E. 2016
4	"Smart logistics is based on the use of technology to obtain information on the flow of material then the treat for monitoring, control and other purposes" [4]	-Uckelmann, D. -Douaioui, K. 2020

We conclude that Supply Chain 4.0 is the deployment of the industry 4.0 technologies like the IoT (Internet of things), BDA (Big Data Analytics), CPSs (Cyber – physical systems), RFID (Radio-Frequency identification), etc. in the traditional Supply Chain which allow the reform from linear and static SCs model "Supplier, Production, Distribution and Consumer" to a more

integrated, dynamic model, both presented in figures 2 and 3, the purpose is to solve different problems, gain competitive advantage and enhance firms' performance.



Fig. 2. Traditional Supply Chain model [15].

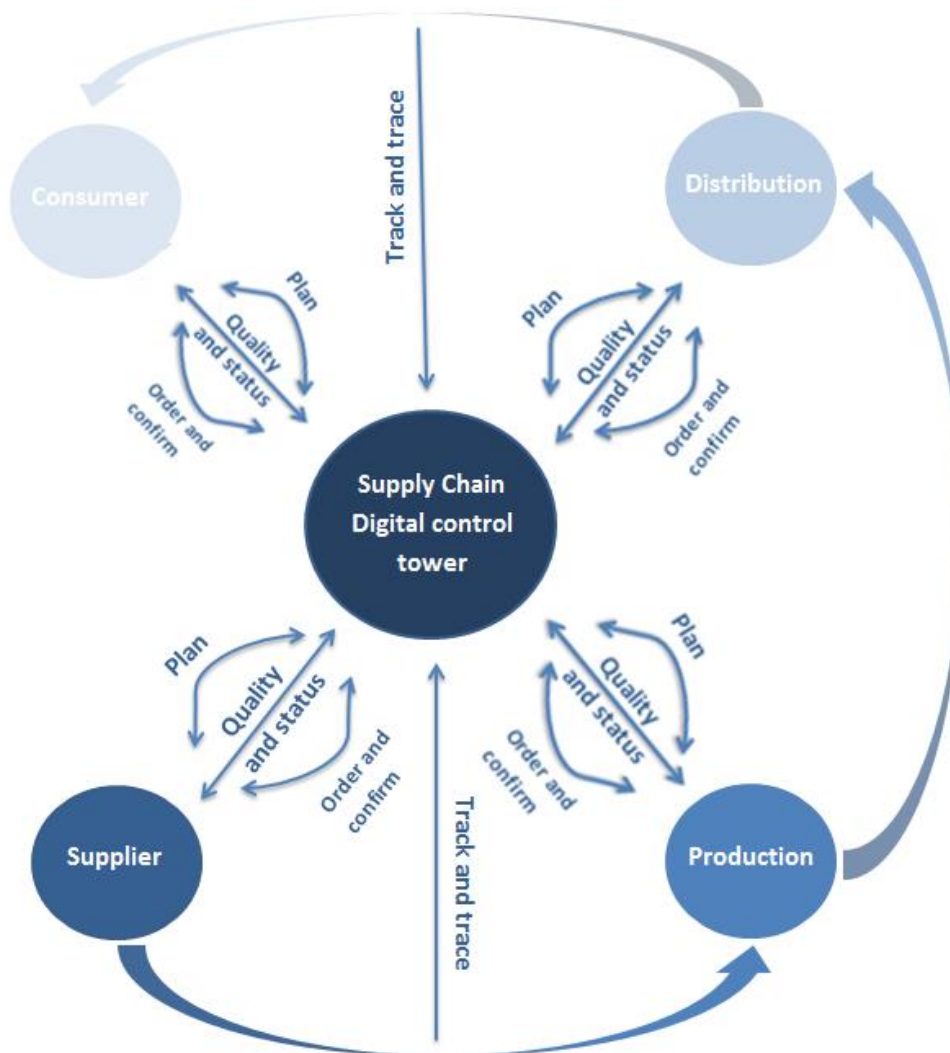


Fig. 3. Integrated supply chain model [15]

2.3 IMPACTS OF INDUSTRY 4.0 WITHIN THE SC 4.0

The opportunities surrounding the rapid digitization of industry (industry 4.0) is trending in supply chain management, these opportunities have allow for supply chains to access, store and process a large amount of data both from within a firm and externally, which allows firms to obtain individualized customer data to personalize the sales process, product design and service [16].

In his study, Tjahjono, B. 2017, [17] presented a preliminary analysis of the impact of industry 4.0 on SCM and provided a thought towards Supply Chain 4.0, the study includes only four functions within a supply chain, i.e. Procurement, Warehouse, Transport Logistics and order fulfillment. The results showed that the order fulfillment will be the most affected area by

introducing the technologies of industry 4.0, 53.84% of the impact will be opportunities, the reminders could be opportunities or threats, moving to transport logistics that has 61.54% of impact as opportunities, 6.69% threats and the reminders can be both. About Warehouse, 66.6 % can be opportunities and the rest can be both. Finally, the procurement function, 71.43% are opportunities and 28.57% being opportunities or threats.

On other studies cited by Fatorachian, H. and Kazemi, H. 2020, [18], the potential impact of industry 4.0 technologies and key enablers on supply chain performance is shown in and also the impact on each of the four key supply chain processes performance, i.e., Production, procurement, logistics and retailing, has been revealed in

Table 3. The potential impact of industry 4.0 enabling technologies on supply chain performance [18]

Key enablers	The potential impact on supply chain performance
CPSs	- Improved responsiveness. - Enhanced collaboration and cooperation. - Seamless and flexible operations. - A better understanding of the requirements of different parties. - Enhanced decision making
IoT	- Flexibility at the process level. - Improved responsiveness and proactivity. - Improved decision making. - Monitoring and communication real-time performance. - Improved productivity, efficiency and; quality controls.
BDA	- Developing operational frameworks and predictive models. - Improved forecasting and planning. - Real-time problem solving. - Developing superior qualities. - Enhanced decision making and planning.
Cloud computing technologies	- Enhanced integration. - Enhanced collaboration and coordination. - Improved decision making and planning. - Quick and independent access to data form any part of the supply chain.

Table 4. The resulting performance improvements of Supply Chain processes due to the impact of Industry 4.0 [18]

Supply chain process	Performance improvements
Product development and production	- Improved production planning and control. - Improved product design/development and production process. - Enhanced production efficiency and productivity.
Fulfilment, procurement and logistics	- Improved planning and control. - Improved distribution. - Effective order fulfilment management. - Reduced bullwhip effect. - Improved procurement and supplier relationship management. - Effective purchasing.
Inventory management	- Improved product distribution and delivery. - Accurate inventory planning and control. - Increased operational efficiency.
Retailing	- Improved operational efficiency and productivity. - Enhanced forecasting and planning. - Improved responsiveness and revenue growth.

There are also some intimidating barriers according to multiple authors, cited by Zekhnini, K. 2020 [2]., for implementing industry 4.0 within the SC, such as the complexity of the Supply Chain, the lack of internal knowledge, the limited financial resources, high investment, technological immaturity, privacy and security data and the insufficient communication.

2.4 IMPACTS OF INDUSTRY 4.0 AND DIGITAL SUPPLY CHAIN FOR COMPANIES

Changes are rapidly taking place in all business environments and industries, which introduces incertitude for the future of companies, they could disappear or increase exponentially, for that it is crucial to introduce the industry 4.0 and supply chain 4.0 technologies to these companies by showing the impacts that they can bring with them.

Menon, S. and Shah, S. 2020 [19] summarized the impacts of industry 4.0 and digital supply chain according to multiple authors, the following table 5 [19] describes each impact.

Table 5. Impacts of Industry 4.0 & Digital SC for companies [19]

Impacts	Description
"Increased Efficiency"	"Technologies within Industry 4.0 generate variety of data with continuous analysis which enables to optimize the process. This data helps for self-correction, with seamless integration of people, processes and technology that results in a greater overall efficiency"
"Increased Quality"	"The technologies within Industry 4.0 foresee and detect defect within the quality of the product, or sustainability issues due to low quality that helps to optimize and improve the quality."
"Interconnected value chain"	"RFID technologies enables more visibility within supply chain, that provide it more traceable"
"Significant Cost Reduction"	"Analytic tools with advanced automation, flexible systems with shared information help the industry to increase forecast accuracy and decrease waste."
"Advanced analytical tools"	"Decision making is refined with data analysis that gain finer forecasting to interpret and meet demand"
"Reduced time to market"	"The technologies within industry 4.0 empower for cheaper and faster technology procedures like 3D printing and additive manufacturing that makes it an alternative to traditional methods."
"Flexibility"	"Production and service operations are altered to meet varying customer demands. Technology makes it effortless to reframe based on varying demands"
"Shared information"	"Digitalization allows sharing of information from sales, resources to production that makes the process work to meet the demand."
"Enhanced responsiveness"	"Analytics and data boost and respond to demand fluctuation and competitors & client technology switch"
"Predictive Maintenance"	"Predictive data analytics provide improved visibility that paves way for predictive maintenance of machinery avoiding the downtime"
"Improved Productivity"	"Real-time data helps the industry to optimize the resources and assist to ensure the process meet the demands without any downtime in the supply chain."
"Safety and Sustainability"	"Industry 4.0 improves operational efficiency by decreased human-machine interaction with automation."

As stated in [20], there is also some resisting forces, according to multiple authors, for implementing industry 4.0 and SC 4.0; they are classified under four dimensions: organizational nature, legal and ethical issues, strategic perspective and technological dimension [21]., the most common barriers are as followed: Financial constraints, lack of management support, resistance to change, lack of expertise, legal issues, lack of policies and support from the government, insufficient research and development practices, lack of infrastructure and lack of digital culture.

2.5 SWOT ANALYSIS

To summarize the previous sections, and based on [2], [18], [20], [22], [19] we adopted the SWOT tool to have a large and clear view of the multiple impacts of implementing the industry 4.0 and SC 4.0.



Fig. 4. SWOT analysis

2.6 AUTOMOTIVE INDUSTRY IN MOROCCO

The Moroccan automotive industry has grown; in terms of export this industry claim the first place presenting, in 2018, 26% of national exportations and plays an important role in job creation with 27%, in the African scale Morocco is in the first place of the producers of tourism cars and the 24th in the international scale, and due to the perspectives that expect the increase of the production capacity (700.000 units by 2023), it would allow the country to further boost its positioning in the automotive industry on a regional and international scale [23].

The table 6 below summarizes the development of the automotive sector from 1959 to 2017; the grown of the automotive industry is due to the presence of renowned international groups such as Renault, Sews, Delphi, Yazaki, and more recently PSA (Peugeot- Citroen) [24]

The following table shows the chronological development of automotive industry in Morocco [24].

Table 6. Development trends in the automotive sector in Morocco from 1959 to 2017 [24].

Year	Phases	Companies
1959	Start of the automobile assembly initiated by the promulgation of the Dahir (royal decree)	Creation of SOMACA
1995	Development of the automotive component manufacturing industry	Convention FIAT Auto S.P.A
1996		Two agreements with PSA and Renault
2003	Liberation of the sector market y the privatization of the SOMACA and the conclusion, in July 2003, of an agreement with Renault bearing the industrial project of assembly of the family car “Dacia Logan”	SOMACA and RENAULT
2012	Start of the activity of the Renault-Tangier industrial complex	Renault-Tangier
2014	Development of automotive ecosystems launched in October 2014	Industrial Acceleration Plan 2014-2020 (PAI)
2019	The PSA group confirmed the opening of the site for early 2019 with the target in 2014 of 200.000 vehicles and engines per year	PSA Group

3 CONCLUSION AND PERSPECTIVES

Industry 4.0 is a revolution that uses a variety of technologies such as Internet of things (IoT), Big Data Analytics (BDA), Cyber-Physical Systems (CPSs), RFID technologies etc. to improve the companies' performances, with this revolution, the SCs is affected also since the application of these technologies on the traditional SCs leads to transform it swiftly to a more integrated and dynamic one under the name of SC4.0 or Smart Supply Chain. Companies are looking beyond the boundaries of the SC and search to implement the new revolution, in the other hand the lack of researchers in this topic is steal an issue and especially for the automotive industry. This study contributes to this critical gap by discussing the relation between Industry 4.0 and Supply Chain 4.0 and the impact of their implementation on companies' performance, and provides a ground to know more about the automotive industry in Morocco to open the possibilities in the future works to study the implementation of these smart concepts on this very particular industry.

The perspective of our work is to measure the maturity level of SC4.0 in the Moroccan automotive companies based on the current literature study and a maturity model that to be presented in the next works, also to study the impact of the implementation of SC4.0 on the industrial performance of automotive companies in a developing country such as Morocco.

FUNDING

This work is funded by **CNRST** (Le Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique / National Center for Scientific and Technological Research)

REFERENCES

- [1] S. Xue-Feng, W. LIU, and Y. Liu, « Multistage implementation framework for smart supply chain management under industry 4.0 ». *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, vol. 162, p. 120354.
- [2] K. Zekhnini, A. Cherrafi, I. Bouhaddou, Y. Benghabrit, and J. A. Garza-Reyes, « Supply chain management 4.0: a literature review and research framework ». *Benchmarking: An International Journal*, 2020. (In press).
- [3] K. Markov and P. Vitliemov, « Logistics 4.0 and supply chain 4.0 in the automotive industry ». In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2020. p. 1-7.
- [4] K. Douaioui, M. FRI, and C. Mabrouk, « The interaction between industry 4.0 and smart logistics: concepts and perspectives. ». In: *2018 international colloquium on logistics and supply chain management (LOGSTIQUA)*. IEEE, 2018. p. 128-132.
- [5] D. Kolberg, J. Knolbloch and D. Zühlke, « Towards a lean automation interface for workstations ». *International journal of production research*, 2017. vol. 55, no 10, p. 2845-2856.
- [6] R. Schmid, M. Möhring, R. C. Härting, C. Reichstein, P. Neumaier, and P. Jozinović « Industry 4.0 - potentials for creating smart products: empirical research results ». In: *International Conference on Business Information Systems*. Springer, Cham, 2015. p. 16-27.
- [7] T. D. Oesterreich and F. Teuteberg, « Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: a triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry ». *Computers in industry*, 2016. vol. 83, p. 121-139.
- [8] H. C. Pfohl, B. Yahsi and T. Kurnaz « The Impact of Industry Supply Chain ». In: *Innovations and Strategies for Logistics and Supply Chains*. 2015. ISSN (online): 2635-5070.
- [9] M. Hermann, T. Pentek, and B. Otto, « Design principles for industrie 4.0 scenarios ». In: *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*. IEEE, 2016. p. 3928-3937.
- [10] H. Kagermann, J. Helbig, A. Hellinger, and W. Wahlster, « Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry ». final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion: Berlin, Germany, 2013.
- [11] J. Astill, R. A. Dara, E. D. Fraser, B. Roberts, and S. Sharif, « Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things », *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020. vol. 170, p. 1-8.
- [12] P. Holtwert, R. Wutzke, J. Seidelmann, and T. Bauernhansl, « Virtual fort knox federative, secure and cloud-based platform for manufacturing » *Procedia CIRP*, 2013, vol. 7, p. 527-532.
- [13] H. El-kaime, and S. L. Lissane Elhaq, « Methodology for Implementation of Industry 4.0 Technologies in Supply Chain for SMEs ». In: *International Conference on Artificial Intelligence & Industrial Applications*. Springer, Cham, 2020. p. 59-76.
- [14] I. Ait Lhassan and R. Daanoune, « Supply Chain Performance Measurement Tools: Case of Moroccan Companies ». In: *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2019. ISSN: 2319-7064.
- [15] M. J. Ferrantino et E. E. Koten, « Understanding Supply Chain 4.0 and its potential impact on global value chains ». *GLOBAL VALUE CHAIN DEVELOPMENT REPORT 2019*.
- [16] D. G. Schniederjans, C. Curado, and M. Khalajhedayati, « Supply chain digitisation trends: An integration of knowledge management ». *International Journal of Production Economics*, 2020. vol. 220, p. 107439.
- [17] B. Tjahjono, C. Esplugues, E. Ares, and G. Pelaez, « What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? », *Procedia Manufacturing*, 2017. vol. 13, p. 1175-1182.
- [18] H. Fatorachian and H. Kazemi, « Impact of Industry 4.0 on supply chain performance ». *Production Planning & Control*, 2020. vol. 32, n°1, pp. 63-81.
- [19] S. Menon and S. Shah, « Are SMEs Ready for Industry 4.0 Technologies: An Exploratory Study of I 4.0 Technological Impacts ». In: *2020 International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM)*. IEEE, 2020. p. 203-208.
- [20] A. Ghadge, M. E. Kara, H. Horadlou, and M. Goswarni, « The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains ». *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2020. Vol. 31 No. 4, pp. 669-686.
- [21] S. Luthraet and S. K. Mangla, « Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies ». *Process Safety and Environmental Protection*, 2018. vol. 117, p. 168-179.
- [22] M. Sharma, S. Kamble, M. Venkatesh, R. Sehrawat, A. Belhadi, and V. Sharma « Industry 4.0 adoption for sustainability in multi-tier manufacturing supply chain in emerging economies ». *Journal of Cleaner Production*, 125013. 2020.
- [23] A. Hakam, « L'industrie automobile au Maroc : Vers de nouveaux gisements de croissance ». 2020, [Online]. Available: <http://www.depfinances.gov.ma>. Consulted, December 8, 2020.
- [24] S. Yahyaoui, F. Fedouaki, and A. Mouchtachi « A Supply Chain Maturity Model for automotive SMEs: a case study », *IFAC-Papers OnLine*, 2019. vol. 52, no 13, p. 2044-2049.

Impacts of adopting Industry 4.0 technologies on supply chain management: A literature review

Rajae Elkazini, Mohammed Hadini, Mohamed Ben Ali, Kenza Sahaf, and Said Rifai

LMPGI Research Laboratory, ESTC High school of Technology, University Hassan II of Casablanca, Morocco

Copyright © 2021 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: Industry 4.0 is gaining importance lately in several countries, especially as part of the strategy of diversification and industrialization of the eco-system. Nevertheless, the topic remains abstract for companies that encounter difficulties to comprehend different aspects of this subject. The purpose of this article is first to discuss the context of industry 4.0 and the most cited advanced technologies in literature that play an important role in Industry 4.0. Then to highlight the impacts of supply chain digitalization: success factors and challenges. This will help organizations formulate their initiatives and practices to successfully achieve the transition from traditional to digital supply chain. We analyzed the literature in this field to understand trends and propose future directions for research.

KEYWORDS: Digitalization, Digital Supply Chain, Industry 4.0, Advanced technologies, impact, challenges.

1 INTRODUCTION

Today, the manufacturing environment not only needs to be flexible and able to reduce its operating costs, but it also needs to be smart enough to act intelligently and autonomously [1]. Service quality and quick turnaround are the differentiating factors in front of demanding customers. Nowadays, achieving high personalization in a short time and at low cost has become a reality [2].

In the past few years, the new concept of Industry 4.0 has developed rapidly, and the literature on many of its enabling technologies (especially those related to the engineering field) has grown exponentially [3]. Industry 4.0 represents the fourth industrial revolution, which is characterized by the introduction of advanced technologies (for example, the Internet of Things (IoT), cloud computing, big data, and Internet of services concepts) into the manufacturing industry [4]. It is defined as the integration of these modern technologies to achieve automation and control manufacturing [2]. One of the main features of Industry 4.0 is the use of information and new technologies to support the integration and virtualization of manufacturing design and production processes, thereby gaining a competitive advantage [5].

In fact, the increasingly fierce global competition and demand for production flexibility require that the converted production process can achieve a high degree of connection and integration between business processes and systems. Manufacturing companies are constantly under pressure to meet the different preferences of customers [1]. As a result, most organizations are reshaping their strategies to move towards fully integrated boundaries and become more and more transparent in business practices including supply chain management [6]. Supply chain organizations in the current global environment operate in increasingly complex and dynamic markets. A sustainable supply chain becomes inevitable to meet the drastic changes in customer demand [7].

Industry 4.0 technology brings the production system to a higher level [2]. Digital technology has brought opportunities and challenges to the sustainable development of manufacturing companies [8]. It creates new opportunities and vulnerabilities, which must be managed and governed to have a positive impact on the enterprise and society [3]. In addition to realizing the strategic vision of digital transformation, companies should also understand the best way to invest in them based on a deep understanding of the challenges and opportunities of advanced technologies in manufacturing [9]. Industry 4.0 will provide

many positive aspects for the industry, but the organizational structure should not underestimate the challenges and risks brought by the implementation of this new technology in supply chain management [10].

In this context, this article aims to review the literature of industry 4.0 and its advanced technologies while focusing on the impacts of supply chain digitalization: success factors and challenges. This research will help managers to understand and conceptualize the impact of industry 4.0 during the transition from traditional supply chain to digital supply chain.

2 BACKGROUND

2.1 CONTEXT OF INDUSTRY 4.0

The term "Industry 4.0" was first introduced at the Hannover Messe 2011, which originated from a national project initiated by the German government to promote the digitalization of manufacturing [12]. The current literature provides different descriptions of Industry 4.0 [2], [13], [3]. It involves the connection and integration of digital/virtual and real/physical worlds through cyber-physical systems (CPS) and Internet of Things (IoT). In these environments, smart objects continuously communicate and interact with each other's [14]. Industry 4.0 is the integration of various modern technologies (especially IT and robotics) to achieve automation and control manufacturing [2]. Industry 4.0 will change the complete production, operation and maintenance of products and services through interconnected components, machines, and people [7].

The integration of advanced technologies and real-time communication are the essence of Industry 4.0. The introduction and collaboration of digital technologies such as big data, IoT, and CPS help transform traditional manufacturing systems into intelligent manufacturing systems [2]. Figure 1 represent the most cited advanced technologies that play a role in Industry 4.0 [2]. Its implementation allows the development of intelligent manufacturing processes, which consist of devices that can exchange information, perform actions, and control each other. Many basic innovations that involve not only machines, but also sensors and IT systems connected throughout the value chain [15].



Fig. 1. Advanced technologies of industry 4.0 [2], [15]

Reference [2] shows that on the one hand, Industry 4.0 has become a complex concept due to its advanced technology, but with the development of manufacturing technology, the integration and real-time application of these technologies increase its complexity. On the other hand, it has a disruptive nature, the implementation of these new advanced technologies will

cause trigger several changes to the current ecosystem. However, it is inevitable that the increased availability of data due to Industry 4.0 will compel managers to not only improve existing processes but also to change them [11].

Figure 2 represents the nature of I4.0 through three aspects: Complex, Disruptive, and Inevitable.

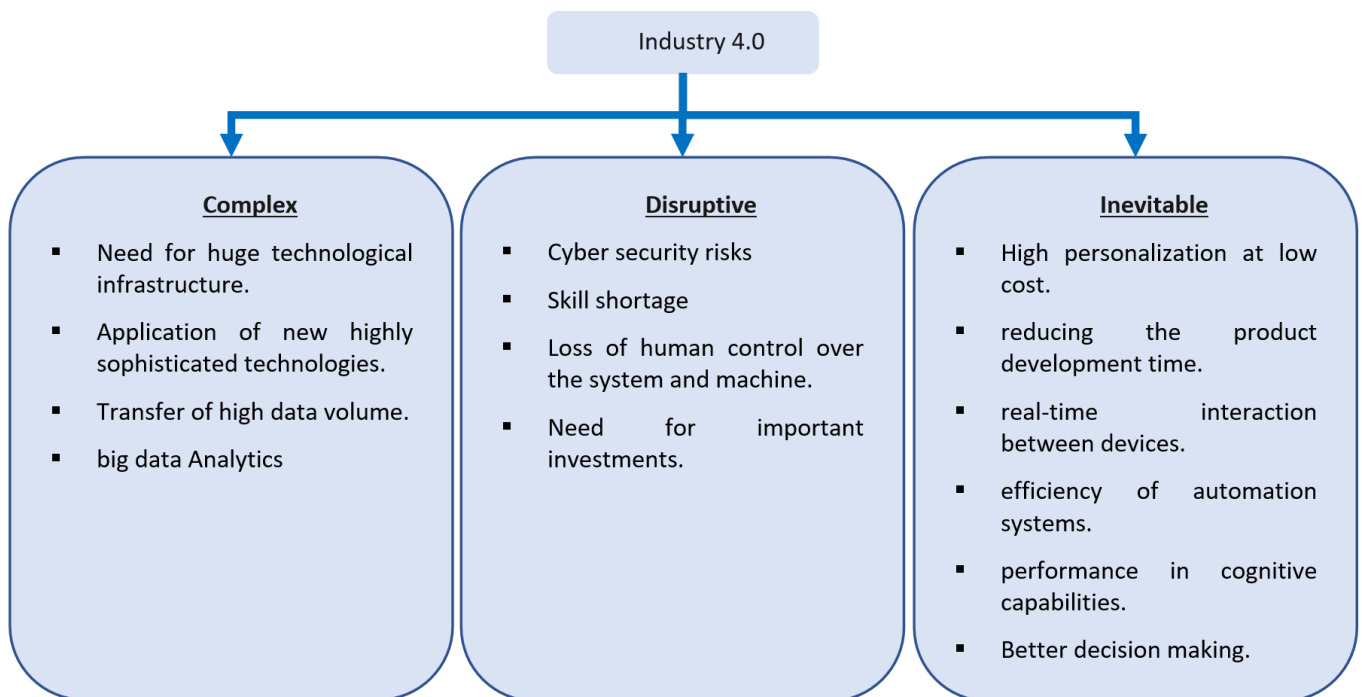


Fig. 2. Industry 4.0 aspects [2]

It is apparent from the above, in the context of manufacturing digitalization, the adoption of Industry 4.0 has its challenges. However, it is imperative to reduce cost and increase efficiency. In the future vision, every country and every industry must adopt it [2]. It can quickly respond to customer needs, increase productivity, and enable stakeholders to make faster decisions in real time, paving the way for adopting new business models and improving manufacturing processes [7]. Industry 4.0 can provide a wide range of benefits in manufacturing, including flexibility, resource efficiency, and extensive integration and interoperability. Industry 4.0 will provide new opportunities for improving operational productivity and efficiency, which will bring competitiveness and revenue growth to the organization [1]. Major industrial countries have already begun to take measures to implement the plan. Some industries, such as Amazon, Boeing, Nokia, etc., have begun to practice the concepts and tools of Industry 4.0 in their daily operations, while other industries must follow [2].

2.2 SUPPLY CHAIN DIGITALIZATION

The network established between the company and its suppliers for the production and distribution of specific products is defined as a supply chain. It represents the necessary steps required to deliver a product or service to a customer [16]. Supply chain management (SCM) operations include processes, infrastructure, and systems to manage the flow of information, materials, and services from suppliers to end consumers [7]. It can also be defined as a series of interrelated activities involving the coordination, planning and control of products and services between suppliers and customers [16]. Supply chain operations are very important to business and have a great impact on costs and profits [7]. An optimized supply chain will lead to lower costs and faster production cycles. However, the traditional supply chain lacks certain attributes required by today's and future business needs. The traditional supply chain includes a series of decentralized and isolated steps. It also requires many complex activities, which need to be coordinated and tracked [16].

Nowadays, with the deep integration of smart technology in the manufacturing industry, the digital transformation in the supply chain has changed the traditional methods. The digitalization of the supply chain provides potential for improving product development, production efficiency and customer service [8]. New technological advancements such as the IoT, cloud computing, and automation help to maximize the operational efficiency of partners within the organization and throughout

the supply chain [7]. The IoT technology has changed the supply chain industry and overcome the challenges and factors that affect uncertainty, such as global competition, lack of adaptability, and delayed market entry [7].

Reference [16] defines the digital supply chain as an intelligent technical system based on massive data processing capabilities and excellent collaboration and communication capabilities of digital hardware, software, and networks to support and synchronize organizations by making the interaction between services more valuable, accessible, and affordable with consistent, agile, and effective results. Digitization in the supply chain has covered digital products and services, as well as the processing of supply chain processes within companies that are undergoing these rapid changes [16].

Lately, an increasing interest in researching Industry 4.0 is seen in the supply chain literature [11]. Reviews in the related field are still in the early stages. However, there is a growing number of studies focus on managing the change from traditional supply chains to digital supply chains. These studies address issues like the role of smart cities in supply chain management [14], implementation guidelines for managing new technologies [17], [18], [11], managing information systems for data security and confidentiality laws [19], or The role of smart technologies in managing the digital supply chain [20]. There is also a growing amount of attention to investigate on how technologies and IT-enabled advancements can be utilized in the supply chain in its transformational route to becoming fully digitalized [6]. Others investigate on How digital technologies influence economic and environmental sustainability through the establishment of digital supply chain platforms [21]. Some authors have also examined the role of IoT and its impact on SCM, they recognize the importance of Industry 4.0 and its technologies in supply chain management, but they focus mainly on the process-centric view of supply chain management that is being affected by IoT applications [22]. While others present an overview of the digital supply chains showing an interest in addressing Industry 4.0 [16]. However, there is a lack of literature that analyze the challenges and issues of implementing industry 4.0 in supply chain management.

Transforming a traditional supply chain into digital supply chain breaks down walls so that the chain turns into an integrated system that runs flawlessly. Digital supply chain is not about whether the products or services are physical or digital, it is the way how supply chain is managed [16]. Organizations are gradually moving towards implementing digital technologies for enhancing the outcomes. It guarantees wide prospects to gain competitive advantage and set the tone for the future sustainable supply chain practices. Industry 4.0 technologies offers quick response to customer demand, it improves the productivity and allows the stakeholders to make quicker decision in real time [7]. The confluence of internet, wireless technologies, predictive analytics, and cloud technologies change the entire supply chain operations and bring more value out of it. With IoT, controlling supply chain dynamically and execute the decisions on external location is viable [11]. In other words, IoT can create an intelligent network along the value chain, in which connected machines, products and systems can autonomously connect and control each other [1]. From the analysis of the literature, it can be concluded that Industry 4.0 encompasses a large number of changes across the different aspects of supply chain management which are primarily driven by the Industry 4.0 technologies [11].

The digital supply chain ecosystem have picked up its pace for the deployment, management, and integration of services that can power Industrial Internet applications [23]. Customers will cooperate with manufacturers to gain value through the creation of personalized products adapted to the individual customer's requirements and needs [11]. The interconnected ecosystem can adapt and respond to shifting demands by itself. To achieve this, CPS is seen as the next generation system, which integrates information systems, Radio Frequency Identification (RFID), sensors, devices equipment [15]. CPS monitors physical processes and communicates the status to human in real time who can access it from anywhere, which improves the human machine interaction (HMI) [7].

Many different companies from diverse sectors are investing profoundly on digitalizing their business operations and their supply chains. Take major logistics service providers such as DHL, for example, which monitors and reports on the trends that could have an impact on the logistics industry in the future. Airlines with strong cargo operations, such as THY, Lufthansa and Emirates expand their paperless e-freight offerings with data cleaning for customers. Global retailers Amazon and Alibaba have invested in drones for handling and delivery of goods [16].

3 IMPACTS OF ADOPTING INDUSTRY 4.0 IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

3.1 SUCCESS FACTORS OF DIGITAL SUPPLY CHAIN

Since digital solutions are disrupting traditional supply chains, there are some distinct features associated with digital supply chain [16]. Further, numerous benefits have been associated with implementing successful digital supply chain management. Rising global competition, data availability and enabling technologies will drive the change towards digitalization [11].

Figure 3 represent the main features that digital supply chain aims to achieve according to reference [16]:

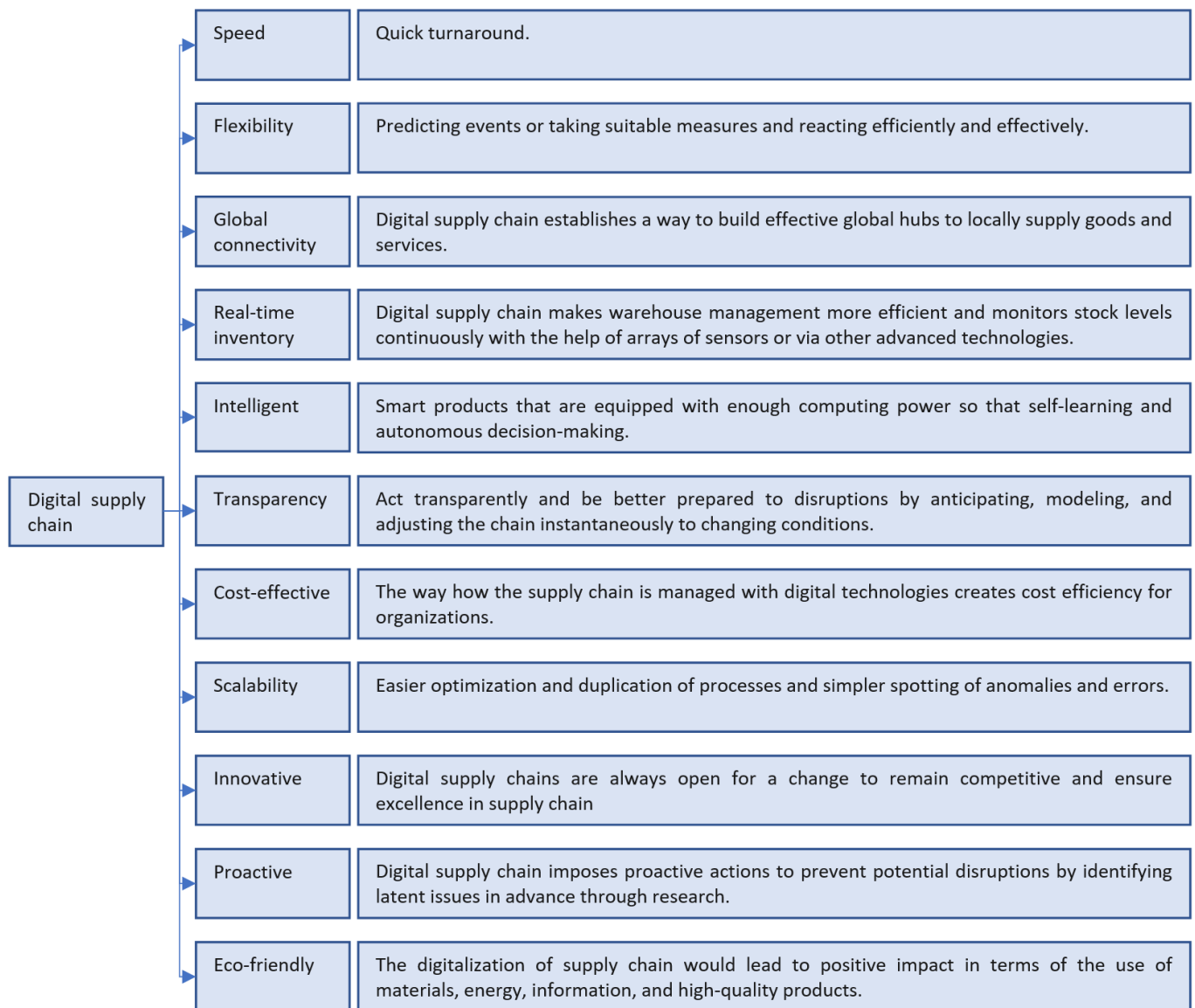


Fig. 3. Features of digital supply chain [16]

3.2 CHALLENGES OF DIGITAL SUPPLY CHAIN

The area of supply chain digitalization is starting to attract growing attention lately [6]. Nevertheless, if companies are to make the digital supply chain a reality, they can't just gather technologies and build capabilities. They must also understand the challenges of implementing industry 4.0 advanced technologies. In other words, they must prevent actions to every challenge in order to successfully complete the transition to digitalization. Furthermore, while scholars aim to integrate digital technologies with supply chains, few studies have empirically explored defining responsibilities for effective and efficient handling of smart supply chains [11]. The literature indicates that digitalization of supply chains will lead to an improvement in quality, flexibility, responsiveness. However, its challenges must be well studied and considered from the beginning of the transition.

Industry 4.0 affects manufacturing industries, and therefore it will influence the economic and social life of the individuals. In general, it is vital to ensure that the organizational structures and manufacturing infrastructure are ready to grasp new opportunities and values created by Industry 4.0. That is why the anticipation of understanding the challenges that might be encountered by adopting new technologies is essential. represent the challenges underlined in the literatures.

Table 1. Challenges and issues of digital supply chain

Challenge	Description	References
Skill shortage in using new digital technologies	The industry 4.0 adoption process requires more qualified work force involvement. Organizations must find people with the right skills; however, this could be expensive with the lack of experience in working with the new technologies. They must transform their entire organization to go with the new flow of digital supply chain.	[24], [25], [26]
Human machine Interaction	The collaboration between machines and humans could socially influence the life of the employees and society, the interaction of humans with all the smart objects in a complex system is a priority that must be managed as well as other specifications about the architectural structure of decision-making.	[11], [15]
Workers resistance	User resistance can limit the successful implementation of digital supply chain, workers get frustrated with limited information on upcoming changes. If the new technologies do not accommodate the user's needs, they might end up misappropriating the technology.	[25], [26], [27]
Decision making	Decision making in the digital supply chain is a complex process under uncertainty, managers must analyze real time data to make fast decisions.	[11]
lack of standardization available	The lack of standards for many technologies address an important challenge when using digital technologies in supply chain management.	[11], [28]
Data security	It is always challenging, in any industry, to manage the cybersecurity risk. Nevertheless, data security and confidentiality are the forefront challenge in industry 4.0 with the integration of internet technologies.	[11]
Regulatory compliance	Legal and contractual ambiguity might also pose a challenge for digitalization.	[11],

4 CONCLUSION

The supply chain is an extremely complex organism, and no company has successfully built a true digital system [24]. In this review, we analyzed the literature of industry 4.0 to understand trends, and the potential impact of its adoption in supply chain management. We discussed the features and challenges of using new advanced technologies. This research expands existing knowledge by focusing on the digital supply chain area. The goal is to identify the pros and cons of supply chain digitization. This will help the organization formulate its initiatives, practices and prevent solutions to solve problems and successfully achieve the transition from traditional to digital smart supply chain. Managers need to understand the potential challenges and benefits associated with adopting Industry 4.0, and how these benefits exceed the challenges.

In this field, future research should focus on the challenges of supply chain digitalization while using industry 4.0 technologies. Different industries have implemented digital supply chains at different speeds, companies that get there first will gain a difficult-to-challenge advantage in the race to Industry 4.0 and will be able to influence technical standards for their industry. Future research can also focus on formulating strategies while considering all the issues cited in the literature to ease the management staff when adopting digital technologies.

REFERENCES

- [1] H. Fatorachian et H. Kazemi, « A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework », *Prod. Plan. Control*, vol. 29, no 8, p. 633-644, juin 2018, doi: 10.1080/09537287.2018.1424960.
- [2] S. Kumar, Mohd. Suhaib, et M. Asjad, « Industry 4.0: complex, disruptive, but inevitable », *Management and Production Engineering Review*, 2020, Vol.11, No. 1 | 43-51 doi: 10.24425/MPER.2020.132942.
- [3] G. Büchi, M. Cugno, et R. Castagnoli, « Smart factory performance and Industry 4.0 », *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 150, p. 119790, janv. 2020, doi: 10.1016/j.techfore.2019.119790.
- [4] G. L. Tortorella et D. Fettermann, « Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies », *Int. J. Prod. Res.*, vol. 56, no 8, p. 2975-2987, avr. 2018, doi: 10.1080/00207543.2017.1391420.

- [5] J. Sun, H. Yamamoto, et M. Matsui, « Horizontal integration management: An optimal switching model for parallel production system with multiple periods in smart supply chain environment », *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 221, p. 107475, mars 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.08.010.
- [6] Z. Seyedghorban, H. Tahernejad, R. Meriton, et G. Graham, « Supply chain digitalization: past, present and future ». *Production Planning & Control*, 2020, vol. 31, no 2-3, p. 96-114.
- [7] E. Manavalan et K. Jayakrishna, « A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements », *Comput. Ind. Eng.*, vol. 127, p. 925-953, janv. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2018.11.030.
- [8] B. Neuhofer, D. Buhalis, et A. Ladkin, « Smart technologies for personalized experiences: a case study in the hospitality domain ». *Electronic Markets*, 2015, vol. 25, no 3, p. 243-254.
- [9] C. Heavin et D. J. Power, « Challenges for digital transformation – towards a conceptual decision support guide for managers », *J. Decis. Syst.*, vol. 27, no sup1, p. 38-45, mai 2018, doi: 10.1080/12460125.2018.1468697.
- [10] D. O. M. Sanchez, « Sustainable Development Challenges and Risks of Industry 4.0: A literature review », in 2019 Global IoT Summit (GIOTS), IEEE, Aarhus, Denmark, juin 2019, p. 1-6, doi: 10.1109/GIOTS.2019.8766414.
- [11] C. Chauhan et A. Singh, « A review of Industry 4.0 in supply chain management studies », *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 31, no 5, p. 863-886, nov. 2019, doi: 10.1108/JMTM-04-2018-0105.
- [12] N. Tang, « Securing the future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 Final report of the Industrie 4.0 Working Group », Consulté le: déc. 12, 2020. [En ligne]. Disponible sur:
https://www.academia.edu/36867338/Securing_the_future_of_German_manufacturing_industry_Recommendations_for_implementing_the_strategic_initiative_INDUSTRIE_4_0_Final_report_of_the_Industrie_4_0_Working_Group.
- [13] C. Cimini, F. Pirola, R. Pinto, et S. Cavalieri, « A human-in-the-loop manufacturing control architecture for the next generation of production systems », *J. Manuf. Syst.*, vol. 54, p. 258-271, janv. 2020, doi: 10.1016/j.jmsy.2020.01.002.
- [14] C. Öberg et G. Graham, « How smart cities will change supply chain management: a technical viewpoint », *Prod. Plan. Control*, vol. 27, no 6, p. 529-538, avr. 2016, doi: 10.1080/09537287.2016.1147095.
- [15] G. Schirner, D. Erdogmus, K. Chowdhury, et T. Padir, « The Future of Human- in-the-Loop Cyber-Physical Systems ». *Computer*, 2013, vol. 46, no 1, p. 36-45.
- [16] B. G. Üyükközan & F. Göçer, « Fethullah. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research ». *Computers in Industry*, 2018, vol. 97, p. 157-177.
- [17] L. Li, « China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0" », *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 135, p. 66-74, oct. 2018, doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.028.
- [18] C. Santos, A. Mehra, A. C. Barros, M. Araújo, et E. Ares, « Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps », *Procedia Manuf.*, vol. 13, p. 972-979, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.093.
- [19] O. Kodym et J. Unucka, « Gathering Information from Transport Systems for Processing in Supply Chains », *Open Eng.*, vol. 6, no 1, déc. 2016, doi: 10.1515/eng-2016-0096.
- [20] M. Nasiri, J. Ukko, M. Saunila, et T. Rantala, « Managing the digital supply chain: The role of smart technologies », *Technovation*, vol. 96-97, p. 102121, août 2020, doi: 10.1016/j.technovation.2020.102121.
- [21] Y. Li, J. Dai, et L. Cui, « The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model », *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 229, p. 107777, nov. 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107777.
- [22] M. Ben-Daya, E. Hassini, Z. Bahroun, « Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 2019, vol. 57, no 15-16, p. 4719-4742.
- [23] R. Angeles, « Rfid Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues », *Inf. Syst. Manag.*, vol. 22, no 1, p. 51-65, déc. 2005, doi: 10.1201/1078/44912.22.1.20051201/85739.7.
- [24] PricewaterhouseCoopers, « Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused », PwC. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2016/digitization-more-efficient.html> (consulté le déc. 11, 2020).
- [25] S. Karadayi-Usta, « An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges », *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 67, no 3, p. 973-978, août 2020, doi: 10.1109/TEM.2018.2890443.
- [26] B. A. Kadir, O. Broberg, et C. S. da Conceição, « Current research and future perspectives on human factors and ergonomics in Industry 4.0 », *Comput. Ind. Eng.*, vol. 137, p. 106004, nov. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.106004.
- [27] B. A. Kadir et O. Broberg, « Human well-being and system performance in the transition to industry 4.0 », *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 76, p. 102936, mars 2020, doi: 10.1016/j.ergon.2020.102936.
- [28] T. Burns, J. Cosgrove, et F. Doyle, « A Review of Interoperability Standards for Industry 4.0. », *Procedia Manuf.*, vol. 38, p. 646-653, janv. 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.083.

L'association sorgho/niébé au poquet, une pratique traditionnelle en zone soudano-sahélienne à faible rendement: Etat des lieux et pistes d'amélioration

[Sorghum and cowpea intercropping, a traditional practice in sudano-sahelian zone with low crop yields: What farmers are doing and potential improvements]

Aminata Ganeme¹⁻²⁻³, Jean-Marie Douzet⁴⁻⁵⁻⁶, Salifou Traore¹⁻⁷, Julie Dusserre⁴⁻⁵⁻⁶, Roger Kabore⁸, Hyacinthe Tirogo⁸, Omar Nabaloum⁸, Nestor Wend-Zoodo Simplicie Ouedraogo⁸, and Myriam Adam³⁻⁵⁻⁹

¹Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR, SVT), Université Joseph Ki-Zerbo, 09 BP 848, Ouagadougou, Burkina Faso

²Centre d'Etudes Régionales pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERASS), BP 3320, Thiès, Sénégal

³CIRAD, AGAP, Univ Montpellier, INRA, Montpellier SupAgro, 34398 Montpellier Cedex5, France

⁴UPR AIDA, Centre de Coopération Internationale pour la Recherche Agronomique et le Développement (CIRAD), BP596, Ouagadougou, Burkina Faso

⁵Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou, Burkina Faso

⁶AIDA, Univ Montpellier, CIRAD, 34398, Montpellier cedex 5, France

⁷LMI-IESOL, Centre de Recherche de Bel Air, BP 3120, Dakar, Sénégal

⁸Association Minim Song-Panga (AMSP), BP 268, Kaya, Burkina Faso

⁹CIRAD, UMR AGAP, BP 910, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Copyright © 2021 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: Cereal-legume intercropping is a common practice for sustainable agricultural intensification. However, crop yields in intercropping systems remain low in Sahelian and sudano-sahelian regions of Burkina Faso. This study aimed at characterizing the most common intercropping systems of the region, identifying the most limiting factors and do improvement suggestions. Focus group discussions, surveys on 170 households and monitoring of 80 farmer plots were carried out in three municipalities in the Centre-north region of Burkina Faso. The traditional intercropping by sowing cowpea and sorghum in the same seed hole was the most dominant system (98%). Local crop varieties were the most used (92% for sorghum and 67% for cowpea) in this system. Sorghum and cowpea productivities were highly variable and low with an average grain yield of 416 kg/ha and 240 kg/ha, respectively. Multivariate analyses permitted to identify household, soils, and crop management systems typologies. Important discriminating variables were also identified. Among these factors, sorghum yields were influenced by the number of persons in the household ($p=0.001$), number of traditional plowing tools owned ($p=0.002$), type of off-farm activities ($p=0.005$), soil silt content ($p=0.0008$) and soil types ($p=0.01$). While cowpea yields were more influenced by the number of small ruminants ($p=0.03$), number of traditional plowing tools owned ($p=0.008$), types of off-farm activities ($p=0.01$), soil total nitrogen ($p=0.001$) and organic matter contents ($p=0.004$). Management systems proved to have less impact on sorghum and cowpea yields, improvement of system's performance could be achieved by diversifying the varieties used.

KEYWORDS: cereals and legumes intercropping, management practices, soil, family farms, yield, Burkina Faso.

RESUME: Les associations de cultures céréales-légumineuses s'inscrivent dans une logique d'intensification durable. Cependant, dans les zones sahéliennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso, les rendements en association sont

généralement faibles. Notre étude a pour objectifs de caractériser la pratique d'association culturale la plus pratiquée par les producteurs, identifier les facteurs déterminant des rendements et proposer des pistes d'amélioration. Des focus groupes, des enquêtes individuelles auprès de 170 producteurs et un suivi de 80 parcelles paysannes ont été réalisés dans trois communes en zone soudano-sahélienne. Il ressort que l'association traditionnelle du sorgho et du niébé au poquet est dominante à 98%. Elle se pratique essentiellement avec des variétés locales (92% pour le sorgho et 67% pour le niébé). Les rendements sont très variables et faibles avec en moyenne 416 kg/ha de sorgho et 240 kg/ha de niébé. Les analyses multivariées ont permis d'établir des typologies d'exploitations familiales, de types de sol et d'itinéraires techniques culturaux. Des variables significatives de différenciation des rendements ont été identifiées. Le nombre de personnes à charge ($p=0,001$), de daba/houes ($p=0,002$), l'activité secondaire ($p=0,005$), le taux de limon du sol ($p=0,0008$) et les types de sols ($p=0,01$) sont celles qui ont influencé les rendements en sorgho. Tandis que les rendements de niébé ont été significativement influencés par le nombre de petits ruminants ($p=0,03$), de daba/houes ($p=0,008$), l'activité secondaire ($p=0,01$), l'azote total ($p=0,001$) et la matière organique du sol ($p=0,004$). Les pratiques culturales s'étant avérées moins impactant sur les rendements du sorgho et du niébé, l'amélioration des performances du système pourrait passer par une diversification des variétés utilisées.

MOTS-CLEFS: association céréales-légumineuses, pratiques culturales, sols, exploitations familiales, productivité, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

Plus de la moitié de la population africaine est rurale et vit essentiellement de l'agriculture de subsistance [1]. Au Burkina Faso, cette agriculture occupe plus de 80% de la population. Le sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) et le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) constituent la céréale et la légumineuse les plus cultivées. En 2017, le sorgho représentait 34% de la production céréalière tandis que le niébé représentait environ 50% de la production des légumineuses sur le plan national [2]. Dans les régions sahéliennes et soudano-sahéliennes du pays, ces deux spéculations sont généralement cultivées en association dans les petites exploitations agricoles à but essentiellement alimentaire. Il s'agit d'une pratique culturale ancienne mais qui occupe plus de 80% des superficies emblavées dans la zone [3]. Les superficies occupées par les systèmes associés céréales-légumineuses connaissent une tendance à la hausse depuis les années 80. Elles ont doublé dans la décennie 2000 atteignant ainsi près de 1 500 000 ha [4]. Malgré les avantages agronomiques et écologiques de l'association culturale, le système est considéré improductif au regard des faibles rendements obtenus. En effet, en milieu paysan, les rendements moyens en association sont de 400 kg/ha pour le sorgho et de 200 à 300 kg/ha pour le niébé ([4], [5]). Par ailleurs, des écarts importants de rendement peuvent être notés entre producteurs de la même localité. Ces disparités s'expliquent par des facteurs pédoclimatiques mais aussi par certains facteurs socio-économiques, qui influencent les choix agricoles des producteurs ([6], [7]). Ces choix de pratiques culturales peuvent expliquer les faibles rendements des cultures, si elles ne sont pas adaptées [8].

Ainsi, pour mieux évaluer les facteurs limitants des performances agronomiques des systèmes de culture, il est important d'étudier non seulement les pratiques culturales des producteurs mais aussi leur potentiel socio-économique et les possibles interactions avec le milieu biophysique. Une bonne compréhension de ces interactions permettra de faire des propositions d'optimisation des systèmes de culture et de production en accord avec les savoirs des producteurs et les pratiques adaptées à leur contexte ([4], [9] – [11]). Notre étude a donc pour principal objectif de faire un état des lieux de la pratique de l'association traditionnelle sorgho-niébé en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso afin de proposer des pistes d'amélioration de cette pratique traditionnelle. De façon spécifique, il s'agira de (i) caractériser les types d'association sorgho/niébé pratiqués par les producteurs et de recueillir leurs motivations et leurs avis sur les avantages et inconvénients de l'association, (ii) déterminer les types d'exploitations familiales, les caractéristiques des sols et des itinéraires techniques employés en association à travers une typologie et (iii) identifier les paramètres qui influencent les rendements dans ce système de culture.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

Notre étude a été conduite dans quinze villages de trois communes de la région du Centre-Nord du Burkina Faso. Un échantillonnage stratifié proportionnel au nombre total de villages par commune a servi à déterminer le nombre de villages à enquêter par commune. Ainsi, le nombre de villages concernés par l'étude était de sept dans la commune de Boussouma, six à Korsimoro et deux à Guibaré (Figure 1).

Ces sites d'études sont situés dans la zone climatique soudano-sahélienne caractérisée par l'alternance de deux saisons, une longue saison sèche de huit mois (Octobre à Mai) et une courte saison pluvieuse de quatre mois (Juin à Septembre).

Pendant la campagne agricole de 2017, les communes de Boussouma, Korsimoro et Guibaré ont reçu respectivement 814 mm, 781 mm et 580 mm de pluie, toutes les communes ayant subi un début de saison tardif. Les températures moyennes annuelles sont généralement comprises entre 20°C et 30°C. Les principaux types de sols rencontrés dans la zone sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés (Luvisols, Lixisols), les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley (Gleysols et Stagnosols) et les sols peu évolués (Leptosols) sur cuirasse ferrugineuse [12].

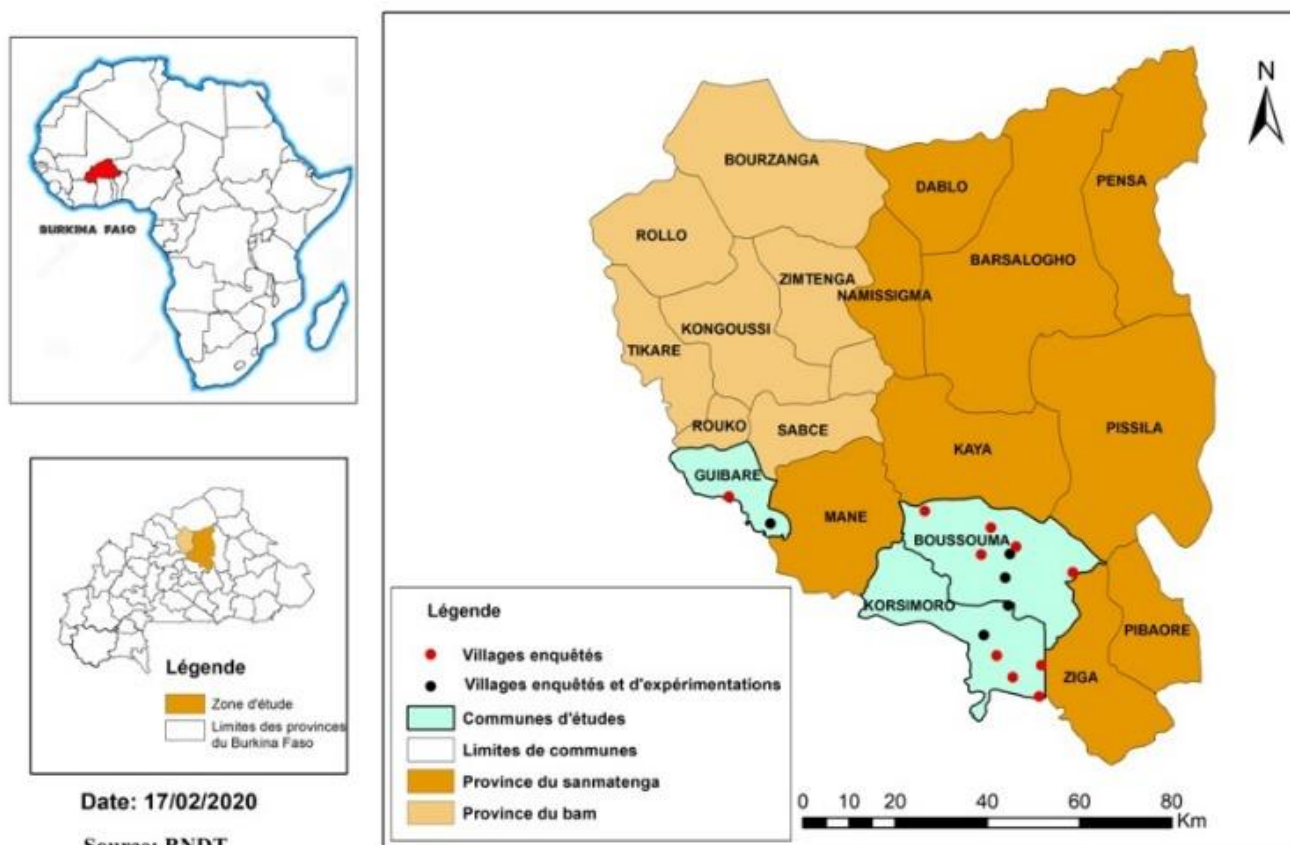


Fig. 1. Présentation de la zone d'étude

2.2 COLLECTE DES DONNEES

2.2.1 CARACTERISATION DES TYPES D'ASSOCIATIONS SORGHO/NIEBE

Des discussions de groupes ont d'abord été organisées dans chacun des 15 villages des trois communes pour collecter des informations générales sur les associations culturelles qui serviront à l'élaboration du questionnaire pour la suite de l'étude. Ensuite, des enquêtes individuelles ont été conduites auprès de 170 producteurs choisis aléatoirement dans les villages. Cela a permis d'identifier les différents types d'associations pratiquées dans la zone, les superficies exploitées, ainsi que les perceptions des producteurs sur les avantages et inconvénients de ces associations. Ces deux activités ont été conduites en mai et juin 2017.

2.2.2 CARACTERISATION DU TYPE D'ASSOCIATION CULTURALE LE PLUS PRATIQUE

Afin de mieux caractériser l'association culturelle la plus pratiquée par les producteurs, une enquête individuelle a été conduite auprès d'un sous échantillon de 80 producteurs choisis aléatoirement dans cinq villages des quinze villages indiqués en rouge dans la figure 1. Les informations recueillies sont la taille de l'exploitation (nombre de personnes à charge et d'actifs), les superficies exploitées, le sexe et le niveau d'instruction du chef de ménage, les activités pratiquées, le nombre de bovins, d'ânes, petits ruminants (ovins, caprins), de volailles et d'équipements (« daba » bêche traditionnelle, houes, charrues, charrettes, pulvérisateurs, rayonneurs, semoirs).

Au sein des champs familiaux de chacun de ces 80 producteurs, une parcelle expérimentale de 320m² (16m x 20m) a été installée. Chaque parcelle a fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique des sols. Les prélèvements de sol ont été effectués avant les semis (du 30 mai au 3 juin 2017) à une profondeur de 0-20 cm en cinq points différents sur chaque parcelle pour constituer un échantillon composite destiné aux analyses physico-chimiques. La granulométrie en 3 fractions (argile, limons, sables) a été déterminée par la méthode hydrométrique. Le pH-eau du sol a été déterminé en utilisant un pH-mètre à électrode de verre (rapport sol-eau 2/5). La matière organique a été déterminée par la méthode Walkley and Black. L'azote total et le phosphore total ont été déterminés par la méthode de Kjeldahl. Le potassium total est dosé par la méthode du spectrophotomètre à flamme [13]. Ces analyses ont été effectuées en juin 2017 au Laboratoire Sol-Eau-Plante de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles de Ouagadougou (LSEP, INERA). En outre, chaque producteur nous a donné la distance approximative qui sépare sa parcelle de son habitation principale et sa perception du type de sol de sa parcelle.

Enfin, les 80 parcelles ont fait l'objet d'un suivi des pratiques culturales pendant la saison pluvieuse de 2017. Le suivi a consisté à des passages réguliers sur les parcelles expérimentales pour faire des observations et collecter des informations sur toutes les opérations culturales effectuées par les producteurs. Les passages sur les parcelles ont eu lieu jusqu'à la récolte des deux spéculations. Les données collectées pendant le suivi sont les précédents culturaux sur trois ans (2014, 2015 et 2016), les variétés utilisées, le travail du sol, les dates et modes de semis, les écartements entre les poquets et les lignes, les types de fertilisants, leurs quantités et les dates d'application, les poids en grain du sorgho et du niébé par parcelle. Les récoltes intégrales de la parcelle, les séchages et les battages des panicules du sorgho et des gousses de niébé ont été faits par les producteurs eux-mêmes, tandis que les grains ont été pesés avec une balance par l'équipe de suivi des parcelles. Dans le cas d'un mélange de variétés, il n'y a pas eu de séparation au moment de la récolte, le rendement obtenu prend donc en compte les variétés mélangées.

2.3 CALCULS DES DONNEES

Sur la base des écartements entre lignes et poquets mesurés sur le terrain, les densités de poquets à l'hectare (denpoq) ont été déterminées selon la formule ci-après:

$$denpoq = 10\,000 / (ecart_ligne \times ecart_poq)$$

Avec $ecart_ligne$ = écartement entre les lignes en m, $ecart_poq$ = écartement entre les poquets en m.

Les quantités de fumure organique appliquées sur les parcelles expérimentales ont été données en nombre de charrettes par les producteurs, une charrette équivalant à 206 kg selon [14]. La matière sèche de la fumure organique a été calculée en utilisant le taux de matière sèche de 76% trouvée par [15] pour les fumures organiques de qualité moyenne. Les quantités de NPK et d'urée ont été fournies en kg. Des extrapolations à l'hectare ont par la suite été faites pour toutes les quantités de fertilisants conformément à la formule suivante:

$$X = Qtéf \times 10\,000 / Sp$$

Avec $Qtéf$ =quantité en kg de fertilisant appliquée sur la parcelle, et Sp la superficie de la parcelle (320m²).

La même équation a été utilisée pour le calcul des rendements à l'hectare, en remplaçant $Qtéf$ par le poids des grains. Afin d'évaluer la variabilité des rendements de chaque spéculation, un coefficient de variation a été déterminé selon la formule suivante:

$$CV = \sigma \times 100 / \bar{X}$$

σ représente l'écart type et $\bar{X}$ la moyenne des rendements.

2.4 TRAITEMENT ET ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les données collectées ont permis dans un premier temps de faire une analyse statistique descriptive des perceptions des producteurs et du type d'association le plus pratiqué dans la zone. Dans un second temps, trois typologies différentes (exploitations familiales, sols des parcelles expérimentales et itinéraires techniques) à travers l'analyse factorielle des données mixtes (AFMD) [16] ont été faites. Ces analyses ont permis d'identifier pour chaque typologie, les variables qui contribuent majoritairement à la différenciation des producteurs et déterminent le plus le niveau de rendement. Pour l'ensemble des typologies, la méthode de classification hiérarchique (HCPC) [16] a été utilisée pour l'identification du nombre optimal de types à considérer. Les rendements en sorgho et en niébé, considérés comme variable à expliquer dans notre étude, ont été projetés

en variables quantitatives supplémentaires. Une comparaison des rendements moyens entre les différents types obtenus dans les typologies a été faite en utilisant la fonction de comparaison multiple [17].

Afin de déterminer les effets des variables discriminantes précédemment identifiées dans chaque typologie sur les rendements, des modèles linéaires généralisés (GLM) ont été réalisés, avec la distribution Quasi-poisson afin de pallier la surdispersion des données [18]. Le logiciel Rstudio (version 3.5.0) a été utilisé pour réaliser toutes ces analyses.

3 RESULTATS

3.1 LES TYPES D'ASSOCIATION PRATIQUES ET LES PERCEPTIONS DES PRODUCTEURS

L'association sorgho-niébé est pratiquée par 98,8% des producteurs de la région du Centre-Nord. Les superficies emblavées en cultures associées chez chaque exploitation varient de 25 à 100% de la superficie totale avec une moyenne de 64,3%. Les principaux avantages de l'association évoqués par les producteurs sont le gain de temps au semis (88,8%), la minimisation des risques climatiques par l'assurance de récolte (81,8%), et l'optimisation des terres (58,3%) (Figure 2A). Par ailleurs, la tradition (héritage des savoirs paysans ancestraux) et la bonne gestion des terres ont été évoquées par respectivement 7,1% et 5,3% des enquêtés (Figure 2A). Au niveau des avantages, peu de différences sont notées entre communes. Pour ce qui est des inconvénients, l'importance du temps de sarclage lié au caractère rampant du niébé local (79,4%) et le faible rendement du niébé (62,9%) ont été les plus cités par les enquêtés. Les difficultés de traitement phytosanitaire du niébé ont également été évoquées par les producteurs, notamment ceux de Korsi-moro (51,1%) et de Boussouma (37,9%) (Figure 2B). Le faible rendement du sorgho associé a surtout été évoqué par les producteurs de Guibaré (36,1%) (Figure 2B).

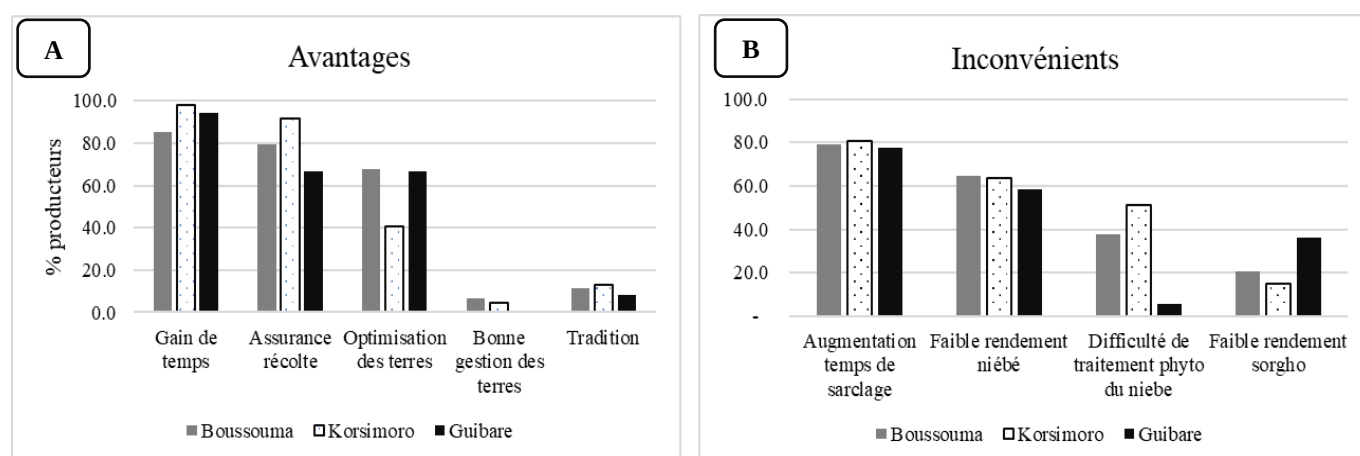


Fig. 2. Perceptions des avantages et inconvénients de l'association culturales selon les communes

Trois types d'associations sont pratiqués dans la zone. Il s'agit de l'association traditionnelle au poquet, de l'association en interligne et de celle en inter-poquet; un producteur peut pratiquer un ou deux types d'associations au sein de son exploitation. L'association traditionnelle au poquet consiste à semer le sorgho et le niébé dans le même poquet. L'interligne et l'inter-poquet sont des associations dites modernes (proposées par la recherche). Elles consistent à intercaler soit les lignes (interligne), soit les poquets (inter-poquet) du sorgho avec du niébé en pur. L'association au poquet est la plus pratiquée avec 98,8% des producteurs dont 88,1% qui la pratiquent exclusivement, 10,1% qui pratiquent le poquet et l'interligne et 0,6% qui font le poquet et l'inter-poquet. L'interligne est pratiquée par 11,3% des producteurs dont 1,2% exclusivement, tandis que l'inter-poquet est pratiqué par seulement 1,2% des enquêtés. La manière de pratiquer l'association au poquet, type d'association la plus courante, est détaillée dans la suite de cette étude.

3.2 CARACTERISATION DE LA PRATIQUE D'ASSOCIATION TRADITIONNELLE AU POQUET DANS LA ZONE D'ETUDE

L'association au poquet étant la plus pratiquée, nous avons suivi 80 parcelles paysannes réparties dans trois communes sur lesquelles cette association est pratiquée pour la caractériser plus précisément. Il en ressort que la production agricole dans les exploitations familiales étudiées, notamment celle du sorgho est essentiellement destinée à la consommation du ménage, mais le surplus de production peut être vendu pour subvenir aux autres besoins de la famille. L'agriculture constitue la principale activité pratiquée par toutes les exploitations (100% sont agriculteurs); 95% des enquêtés pratiquent en plus

l'élevage. Les autres activités répertoriées sont l'artisanat (15%), le commerce (15%), la maçonnerie (2,5%) et l'orpaillage (1,2%). Selon les producteurs, il existe sept principaux types de sols dont les plus représentés sont les sols sableux (33,8%), les argilo-sableux (21,3%) et les sablo-argileux (16,3%). Les autres types sont gravillonnaire (13,8%), sablo-limoneux (7,5%), caillouteux (3,8%) et argileux (3,8%). Sur les trois années précédentes (2014, 2015 et 2016), l'association a été pratiquée tous les ans sur 70% des parcelles. Les rotations sur ces 3 ans ont été observées sur 30% des parcelles. Ces rotations représentent des rotations de céréales (sorgho ou mil) suivi par soit des cultures pures de légumineuses (niébé, arachide 17,5%), soit des cultures pures de céréales (3,8%), soit par d'autres cultures pures (sésame, pastèque 2,5%). La pratique de la jachère n'a été relevée que dans 5 % des parcelles. Le tableau 1 présente toutes les valeurs (moyenne et coefficient de variation) des variables quantitatives recueillies par enquête au sein des communes.

Tableau 1. *Caractéristiques des exploitations familiales, sols, et des itinéraires techniques par communes (moyenne $\pm$ coefficient de variation)*

Variables (unité)	Boussouma	Korsimoro	Guibaré
Nombre de parcelles	30	30	20
Pourcentage (%)	37,5	37,5	25
Caractéristiques des exploitations familiales			
Nombre de personnes à charge	13 $\pm$ 6	14 $\pm$ 7	14 $\pm$ 6
Nombre d'actifs	7 $\pm$ 5	7 $\pm$ 3	8 $\pm$ 4
Nombre de bovins	1 $\pm$ 1	2 $\pm$ 2	2 $\pm$ 2
Nombre de petits ruminants	9 $\pm$ 8	10 $\pm$ 9	9 $\pm$ 7
Nombre d'ânes	2 $\pm$ 1	1 $\pm$ 1	1 $\pm$ 1
Nombre de têtes de volailles	9 $\pm$ 10	11 $\pm$ 9	10 $\pm$ 9
Nombre de daba/houe	5 $\pm$ 2	7 $\pm$ 3	7 $\pm$ 3
Nombre d'outils de transport (charrette, tricycle)	1 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0
Nombre de petits outillages	1 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1
Superficie totale (ha)	3,1 $\pm$ 1,4	3,8 $\pm$ 1,3	3,4 $\pm$ 1,4
Superficie emblavée en association (ha)	2,1 $\pm$ 1,3	2,4 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,9
Caractéristiques des sols des parcelles expérimentales			
Distance des habitations (m)	816,7 $\pm$ 838,6	1937,8 $\pm$ 1690,7	712,5 $\pm$ 1120,8
pHeau	6,1 $\pm$ 0,8	6,2 $\pm$ 0,7	6,2 $\pm$ 0,7
Matière Organique (%)	9,2 $\pm$ 4,3	12,7 $\pm$ 7,0	12,2 $\pm$ 3,1
Azote total (g/kg)	0,5 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,3	0,5 $\pm$ 0,1
Potassium total (mg/kg)	765,1 $\pm$ 378,2	833,6 $\pm$ 581,5	678,4 $\pm$ 313,6
Phosphore total (mg/kg)	148,0 $\pm$ 92,7	163,4 $\pm$ 59,1	159,5 $\pm$ 74,8
rapport C/N	11,9 $\pm$ 2,6	12,6 $\pm$ 2,2	14,9 $\pm$ 4
Argile (%)	14,2 $\pm$ 7,1	11,4 $\pm$ 6,9	19,3 $\pm$ 9,2
Limon (%)	25,8 $\pm$ 7,8	28,0 $\pm$ 12,4	30,7 $\pm$ 6,4
Sable (%)	60,0 $\pm$ 10,8	60,6 $\pm$ 15,2	50,1 $\pm$ 13,4
Paramètres d'itinéraires techniques			
Densité de poquets à l'hectare	25627,2 $\pm$ 7598,5	33432,7 $\pm$ 11493,5	31919,8 $\pm$ 6365,2
Quantité de fumure organique (t/ha)	15,9 $\pm$ 6,8	8,6 $\pm$ 6,4	10,2 $\pm$ 7,8
Quantité de NPK (kg/ha)	113,6 $\pm$ 101,3	92,7 $\pm$ 81,0	79,7 $\pm$ 78,2
Quantité d'urée (kg/ha)	17,7 $\pm$ 32,5	5,2 $\pm$ 20,2	20,3 $\pm$ 37,0
Nombre de sarclages	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1
Rendements en grains sorgho (kg/ha)	456,7 $\pm$ 268,4	535,3 $\pm$ 455,5	391,3 $\pm$ 246,2
Rendements en grains niébé (kg/ha)	244,3 $\pm$ 104,1	212,2 $\pm$ 117,8	249,2 $\pm$ 106,8

L'amendement organique essentiellement constitué de fumure organique (FO), est le type de fertilisant le plus employé en association traditionnelle avec 88,7% des parcelles. Les quantités apportées varient de 2,4t/ha à 29,4t/ha, avec 73,7% des producteurs appliquant des doses supérieures à 6t/ha. Les moyennes de quantité de FO appliquée sont de 15,9t/ha, 8,6t/ha

et 10,7t/ha respectivement dans les communes de Boussouma, Korsimoro et Guibaré (Tableau 1). La fertilisation minérale est à base d'engrais complexe (NPK) et/ou d'urée pendant les sarclages. Le NPK est appliqué par 66,3% des producteurs à des doses de 31kg/ha à 313kg/ha. L'urée est appliquée par 18,7% des producteurs, les doses varient de 46,9kg/ha à 187,5kg/ha. Les moyennes de NPK et d'urée appliquées par commune sont respectivement de 113,6kg/ha et 17,7kg/ha à Boussouma, 92,7kg/ha et 5,2kg/ha à Korsimoro, 79,7kg/ha et 20,3kg/ha à Guibaré (Tableau 1). Les trois types de fertilisation (fumure organique, NPK et urée) ont été appliqués par 16,2% des producteurs alors que 6,2% des parcelles n'ont reçu aucune fertilisation.

Douze variétés de sorgho ont été utilisées en association parmi lesquelles une seule variété améliorée (Tableau 2). Trois variétés de niébé ont été utilisées dont deux locales (Tableau 2). Les variétés locales sont les plus utilisées avec 92 % et 67 % respectivement pour le sorgho et le niébé. Les semences sont préalablement traitées avant semis par tous les producteurs, mais seulement 23,7% d'entre eux utilisent des produits phytosanitaires pendant le stade végétatif des cultures. Des mélanges de plusieurs variétés de sorgho ou de niébé sont réalisés par respectivement 15 % et 2,5 % des producteurs (Tableau 2). Au moment du semis, les semences de sorgho et de niébé sont mélangées avec en moyenne un tiers de niébé dans le mélange. Ainsi, à l'échelle de la parcelle, il y a généralement un tiers de poquets associés. Le nombre de plants par poquet varie entre 3 et 5 pour le sorgho et 1 à 2 pour le niébé. Les poquets de semis sont ordonnés soit en ligne (93,8 %), soit en quinconce (5 %), soit dispersés de façon aléatoire (1,2 %). Les écartements les plus employés pour les semis en ligne sont de 60cm x 60cm (35 %), 80cm x 40cm (22 %) et 80cm x 60cm (15 %). Le labour et le zaï (pratique traditionnelle de récupération des sols) sont pratiqués par respectivement 48 % et 41 % des producteurs, le reste travaille sur billon (6,3 %) ou manuellement à la daba (5 %). L'entretien des cultures et la lutte contre les mauvaises herbes ont été faits principalement par des sarclages manuels à l'aide de la daba. Le nombre de sarclages varie de deux (57,5 %) à trois (42,5 %) en fonction du taux d'enherbement et des conditions d'humidité. Par ailleurs, la présence de plantes parasites du sorgho (*Striga hermontica*) et du niébé (*Striga gesnerioides*) a été notée sur 99% des parcelles.

Tableau 2. Variétés de sorgho (A) et de niébé (B) utilisées dans les parcelles expérimentales

A. Sorgho	% de parcelles	Origine	Race botanique	Durée du cycle semis épiaison (jours)	Hauteur estimée (cm)
Variétés					
Rouko	26,3	Locale	Guinea	59 - 71	192 - 346
Pisnou	21,3	Locale	Guinea	62 - 67	296 - 373
Pissopoe	15,0	Locale	Guinea	62 - 71	221 - 327
Baninpelga	7,5	Locale	Guinea	65 - 69	255 - 373
Melange (Mitindaade + Pissopoe)	6,3	Locale	Guinea	59 - 71	196 - 373
Kourboul	5,0	Locale	Guinea	59 - 66	196 - 305
Fiib-miougou	2,5	Locale	Guinea	63 - 73	268 - 382
Gueteb_lagsda	2,5	Locale	Guinea	64 - 69	247 - 332
Mitindaade	2,5	Locale	Guinea	59 - 66	196 - 305
Melange (Mitindaade + Rouko)	2,5	Locale	Guinea	59 - 71	278 - 285
Melange (Zoewongo + Rouko)	2,5	Locale	Guinea	59 - 71	285 - 361
Asseta	1,3	Locale	Guinea	60 - 65	282 - 336
ICSV - 1049	1,2	Améliorée	Caudatum	71 - 76	137 - 280
Mélange (Mitindaade + ICSV-1049)	1,2	Locale + améliorée	Guinea + caudatum	61 - 74	296 - 373
Mélange (Pisnou + Kazinga)	1,2	Locale	Guinea	62 - 73	270 - 336
Mélange (Zoe-wongo + Kourboul)	1,2	Locale	Guinea	64 - 71	285 - 361
B. Niébé	% de parcelles	Origine	Port de la tige	Durée du cycle (jours)	
Variétés					
Beng-yaanga	91,3	Locale	Rampant	65 – 74	
Komcalle	2,5	Améliorée	Semi-érigé	60 – 62	
Mélange (Beng-raaga + beng-yaanga)	2,5	Locale	Rampant	64 – 70	
Beng-yaanga spécial	1,2	Locale	Rampant	65 - 74	

Une forte variabilité est constatée au niveau des rendements avec des coefficients de variation moyens de 73,9% et 47% respectivement pour le sorgho et le niébé. Cette variabilité a été plus importante dans la commune de Korsimoro avec des CV de 85% pour les rendements en sorgho et 55,5% pour le niébé. Boussouma et Guibare ont eu des CV respectivement de 58,8% et 62,9% pour les rendements du sorgho et 42% chacun pour le niébé. Avec un minimum de 28kg/ha et un maximum de 1631kg/ha, le rendement moyen général en sorgho a été de 470 kg/ha. Les rendements moyens du sorgho pour toutes les communes ont été inférieurs à 500kg/ha (Figure 3A). Les rendements en niébé ont varié de 34kg/ha à 571kg/ha avec une moyenne de 233 kg/ha; 52,5% des rendements ont été inférieurs à cette moyenne. Tous les rendements moyens en grains de niébé par commune ont été inférieurs à 300kg/ha (Figure 3B). Nous avons poursuivi l'analyse afin d'identifier les facteurs influençant le plus ces rendements, en réalisant des typologies exploitation, sol et itinéraire cultural, permettant de discriminer les facteurs pouvant expliquer la variabilité des rendements observés.

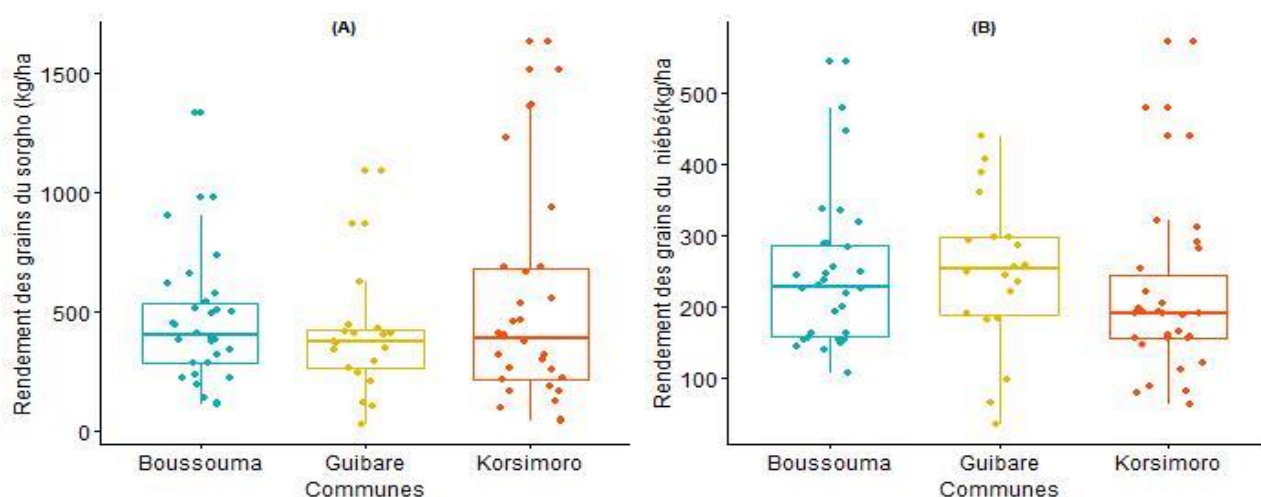


Fig. 3. Boîtes à moustaches des rendements en grains du sorgho (A) et du niébé (A) en fonction des communes

3.3 FACTEURS DETERMINANT LES RENDEMENTS

3.3.1 IDENTIFICATION DES FACTEURS DISCRIMINANTS

Grâce aux typologies d'exploitation, de sols et d'itinéraires culturales (Figure 4), nous avons pu déterminer les facteurs les plus discriminants et potentiellement influant les rendements de sorgho et de niébé. Au niveau de la structure d'exploitation, les deux premiers axes de l'AFMD sur les variables socio-économiques contiennent 37,4% de l'information. L'axe 1 révèle la discrimination des différents types d'exploitation selon le nombre de personnes, de petits ruminants et de daba/houe dans l'exploitation. L'axe 2 est déterminé par le sexe et les activités extra-champêtres (Figure 4A). L'HCPC identifie ainsi cinq groupes d'exploitations familiales (Figure 4B). Les groupes 1 (3,8%) et 2 (17,5%) sont constitués de petites exploitations moins pourvues avec 9 personnes à charge, 6 et 5 actifs, 4 et 5 daba/houes et 3 et 6 petits ruminants respectivement. Les exploitants du groupe 1 sont des hommes pratiquant l'artisanat ou l'orpaillage, ceux du groupe 2 sont majoritairement des femmes, dont la moitié fait le commerce. Les groupes 3 (37,5%) et 4 (18,8%) regroupent les exploitations moyennes avec respectivement 10 et 16 personnes à charge, 5 et 8 actifs, 6 et 7 petits ruminants, et 5 et 7 daba/houe. Principalement des hommes, les producteurs du groupe 4 pratiquent l'artisanat, ceux du groupe 3 n'exercent pas d'activité secondaire. Le dernier groupe 5 (22,5%) est constitué des exploitations les plus nombreuses avec 21 personnes à charge, 12 actifs et les plus pourvues en termes d'équipements, cheptel et superficies exploitées. Les différences de rendements en sorgho et en niébé entre les types d'exploitations familiales ne sont pas significatives ($p > 0.05$).

Au niveau des sols, les deux premiers axes de l'AFMD expliquent 42,2% de la variance totale (Figure 4C). L'axe 1 est corrélé aux teneurs en matière organique et en azote total. L'axe 2 est expliqué par le taux de potassium total, le taux de limon et les types de sols selon la définition des producteurs. Trois groupes de sols sont ainsi formés (Figure 4D) avec des niveaux de fertilité croissants. En effet, le groupe 1 constitué de 32,5% des parcelles, est celui dans lequel se trouve les plus faibles niveaux de fertilité 0,3g/kg Nto; 0,7% MO; 0,1g/kg Pto et 20,1% de limon. Cinq types de sols se trouvent au sein de ce groupe dont les plus représentés sont les sols à texture sableuse. Dans le groupe 2 (43,8%), la fertilité du sol est moyenne (0,5g/kg Nto; 1,1% MO; 0,2g/kg Pto et 29,1% de limon). Les sols argilo-sableux y sont les plus rencontrés. Le groupe 3 (23,8%) quant à lui, est constitué des sols les plus fertiles avec 0,5g/kg Nto; 1,1% MO; 0,2g/kg Pto et 36,1% de limon. Le type de sols majoritaire selon les

producteurs est le type gravillonnaire parsemé de nombreuses pierres de cuirasse. Avec 390,1 kg/ha, le rendement en grains du sorgho du groupe 2 est significativement plus faible ($P=0,03$) que celui des groupes 1 et 3 qui ont eu respectivement 578,6 kg/ha et 421,2 kg/ha. Pour ce qui est des rendements du niébé, aucune différence significative n'est trouvée entre les trois types de sol.

Les deux premiers axes de l'AFMD de l'itinéraire technique (ITK) ne contiennent que 21,9% de l'information. Le premier axe est expliqué par les quantités de fumure organique et minérale tandis que le second est surtout corrélé au travail du sol et à la variété de sorgho (Figure 4E). Trois groupes de pratiques culturales sont ainsi identifiés par le HCPC (Figure 4F). Le groupe 1 (40%) est constitué des parcelles en zaï ou labour ayant reçu peu de fertilisants avec en moyenne 23 kg/ha de NPK et 7,6 t/ha de fumure organique. Les variétés locales de sorgho Pissopoé et Rouko ont été les plus utilisées. Les parcelles du groupe 2 (40%), majoritairement labourées, ont reçu une fertilisation moyenne avec 143 kg/ha de NPK et 11,2 t/ha de fumure organique et la variété de sorgho la plus employée est Rouko. Le groupe 3 (20%) est formé des parcelles ayant reçu les plus fortes fertilisations (154 kg/ha de NPK et 21,1 t/ha de fumure organique) et cultivées en zaï avec la variété locale de sorgho Pissnou. Les rendements en sorgho et en niébé ne sont pas statistiquement différents ($p>0,05$) entre les trois types d'ITK même si le rendement le plus élevé en sorgho (516,4 kg/ha) est obtenu par le groupe 2 et celui du niébé (258,3 kg/ha) par le groupe 3.

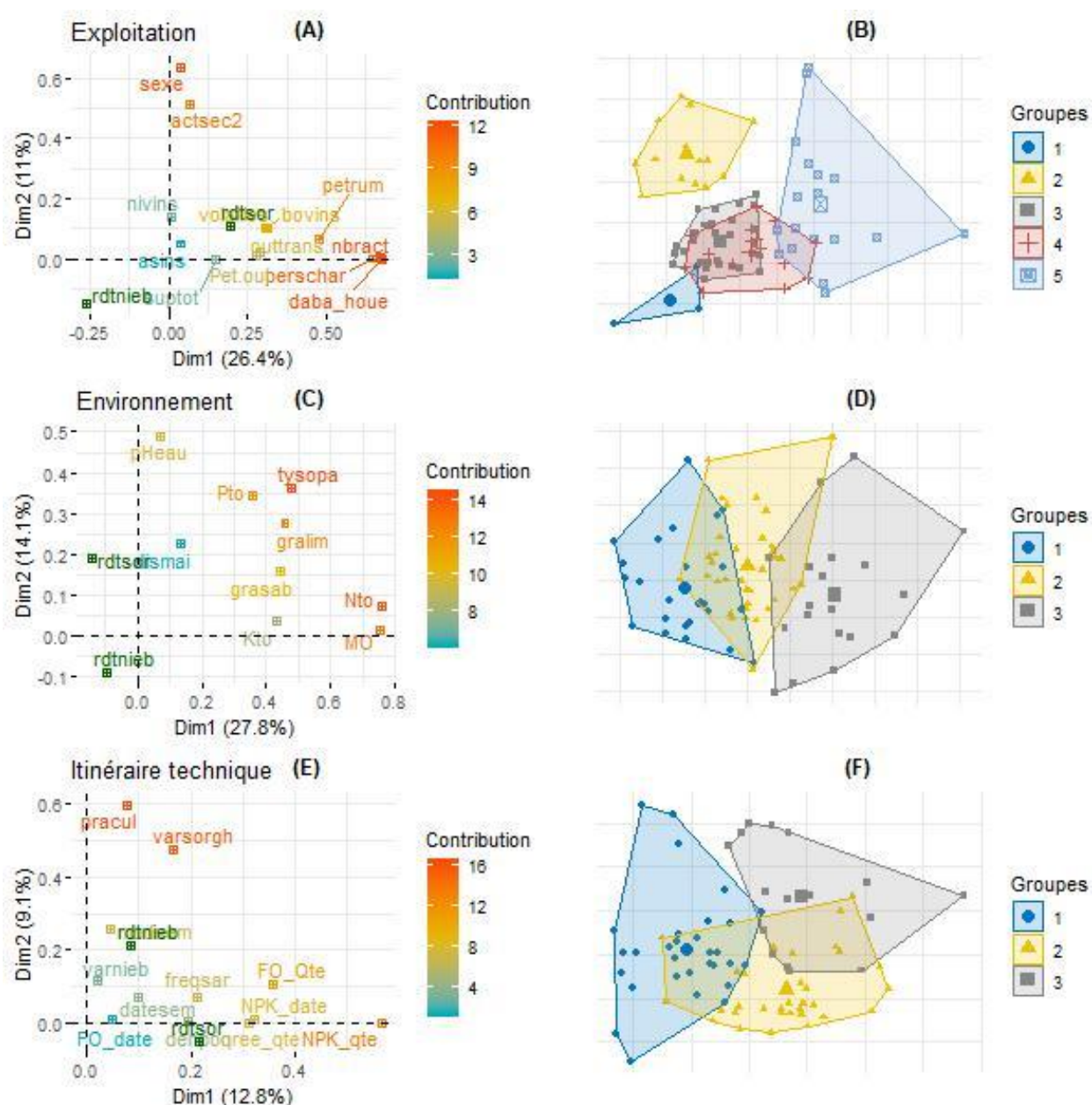


Fig. 4. Typologie des exploitations familiales (A, B), des sols (C, D) et des itinéraires techniques (E, F)

(Exploitations familiales: nivins = niveau d'instruction, perschar = nombre de personnes à charge, nbract = nombre d'actifs, petrum = nombre de petits ruminants, outtrans = nombre d'outils de transport, pet.out = nombre de petits outillages, suptot = superficie totale; Sols: dismai = distance de la parcelle par rapport aux habitations, MO = matière organique du sol, Nto = Azote total, Kto = potassium total, Pto = phosphore total, gralim = taux de limon, grasab = taux de sable, tysopa = types de sol selon la définition des producteurs; Itinéraires techniques: varsorgh = variétés de sorgho, varnieb = variétés de niébé, pracul = travail du sol, datesem = date de semis, modsem = mode de semis, denpoq = densité de poquets de semis, freqsar = fréquence de sarclage, FO_Qte = quantité de fumure organique, FO_date = date d'application de la fumure organique, NPK_qte = quantité de NPK, NPK_date = date d'application du NPK, uree_qte = quantité d'urée, uree_date = date d'application de l'urée)

3.3.2 EFFET DES VARIABLES LES PLUS DISCRIMINANTES SUR LE RENDEMENT

En dépit de ce manque de discrimination sur le rendement au niveau des différents types précédemment identifiés, nous avons pu identifier, parmi les variables les plus discriminantes pour chaque catégorie, des facteurs influant sur les rendements du sorgho ou du niébé. Des effets positifs, significatifs de l'activité extra-champêtre ($p=0,005$), du nombre de daba et/ou houes ($p=0,002$), de personnes à charge ($p=0,001$) et de leurs interactions ($0,0000 \leq p \leq 0,004$) avec d'autres variables comme le nombre d'actifs, de petits ruminants et le genre ont été mis en évidence sur le rendement du sorgho. Contrairement aux rendements en sorgho, des effets négatifs, significatifs de l'activité extra champêtre ($p=0,01$), du nombre de daba/houe ($p=0,008$), de petits ruminants ($p=0,03$) et des interactions ($0,003 \leq p \leq 0,03$) ont été démontrés sur les rendements du niébé. Au niveau des variables des sols, les rendements en sorgho obtenus sur les sols de type gravillonnaire selon les producteurs sont meilleurs ($p=0,01$) que ceux des autres types de sols. Le taux de limon du sol ($p=0,0008$) a également eu un effet négatif sur les rendements du sorgho. Pour le niébé, des effets négatifs significatifs ont été mis en évidence avec l'azote total ($p=0,001$), la matière organique ($p=0,004$) et leurs interactions avec le taux de limon du sol. L'analyse n'a pas permis de mettre en évidence l'effet d'un paramètre d'itinéraire cultural sur les rendements.

4 DISCUSSION

4.1 TYPES D'ASSOCIATION PRATIQUES ET LES PERCEPTIONS DES PRODUCTEURS

Notre étude confirme l'importance de la pratique de l'association traditionnelle céréale/légumineuse dans le même poquet dans la zone soudano-sahélienne ([3], [5]). Les producteurs pratiquent l'association afin de minimiser le risque climatique, en s'assurant la récolte d'au moins une spéculative. Les systèmes associés sont plus résilients aux différents stressés [19] et permettent de mieux stabiliser les rendements [20] que les cultures pures. En effet, lorsqu'une des spéculatives associées est confrontée à un stress particulier (biotique ou abiotique), la seconde peut bénéficier des ressources disponibles et améliorer ainsi son rendement, ce qui permettra de compenser les pertes subies par la première. Par ailleurs, certains producteurs pratiquent l'association afin de mieux gérer leur espace et maintenir la fertilité du sol. Avec l'effet combiné de la croissance démographique et le développement du secteur minier, les terres arables deviennent de plus en plus rares ([21] – [24]). Cette raréfaction des terres est à l'origine du raccourcissement de la durée de la jachère, voire sa disparition ([25], [26]). Selon les producteurs, l'association au poquet constitue une meilleure stratégie de gestion de l'espace que le système intercalaire où la surface vide laissée après la récolte du niébé est considérée comme une perte. En outre, le mélange des semences au moment du semis en association au poquet permet un gain de temps aux producteurs. Ces raisons justifient le fait que l'association au poquet est la plus employée par les producteurs comparativement aux associations intercalaires recommandées par la recherche.

4.2 CARACTERISATION DU SYSTEME D'ASSOCIATION LE PLUS PRATIQUE

L'association au poquet est pratiquée presque tous les ans avec essentiellement des variétés locales de sorgho et de niébé. Les variétés améliorées sont jugées non adaptées à cette association par les producteurs. Cette prédominance des variétés locales dans les systèmes de cultures paysans a aussi été montrée par [27]. La préférence des variétés locales par les producteurs peut s'expliquer par leur rusticité et leur adaptation à la diversité des systèmes traditionnels de culture et aux divers objectifs de production ([28] – [30]). La fumure organique est le type de fertilisation le plus utilisé avec 87,5% contre 66,2% et 18,7% respectivement pour le NPK et l'urée. De façon générale, les quantités appliquées sont supérieures ce qui a été observé dans d'autres études [3], [31]. Cela peut s'expliquer par la taille réduite des parcelles expérimentales et un investissement, par les producteurs, plus important en intrants sur les parcelles expérimentales que dans les champs familiaux (malgré les recommandations pour gérer ces parcelles au même titre que le reste du champ paysan). Les différences de quantités appliquées pourraient s'expliquer par les moyens (financier et ressources animales) des producteurs mais aussi du travail du sol employé. Les parcelles en zaï sont systématiquement fertilisées avec de la fumure organique et en quantité plus importante du fait de leur concentration dans les poquets de semis.

Les rendements des deux spéculations dans cette association traditionnelle sont très variables d'un producteur à l'autre avec des coefficients de variation très élevés. Cette grande variabilité des rendements en milieu paysan avait également été montrée par plusieurs auteurs dont notamment [32] au Mali et [6] au Sénégal, au Brésil et au Vietnam. En outre, les rendements sont faibles dans l'ensemble, à l'instar de ceux obtenus dans des systèmes de production traditionnels par [24] dans la même région, [5] dans la région Nord du Burkina Faso. La variabilité et les faibles rendements en Afrique sub-saharienne peuvent s'expliquer par les précédents culturels, la faible fertilité des sols, la variabilité climatique ([4], [32]) et les mauvaises herbes [6]. Dans le cas de notre étude, nous avons pu mettre aussi en exergue un certain nombre de facteurs sociaux-économiques et pédologiques influençant les rendements.

4.3 FACTEURS LIMITANT LES RENDEMENTS

L'AFMD sur les variables des exploitations familiales a montré que les variables importantes de discrimination sont le nombre d'actifs, d'outils traditionnels de sarclage (daba), le nombre de petits ruminants et les activités extra-champêtres. L'importance de ces différents facteurs dans la typologie des producteurs a également été démontrée par [33] en Afrique de l'Est, [24] et [3] au Burkina Faso.

Au niveau des sols, les teneurs en matière organique, en azote total, en phosphore total et en limon ainsi que les types de sols selon les producteurs sont les principaux facteurs de différenciation des parcelles dans notre étude. La variabilité des caractéristiques physico-chimiques des sols dans ces zones soudano-sahéliennes, peut s'expliquer par leur hétérogénéité spatiale, les types d'utilisation des terres et les flux de carbone et de nutriments liés au pâturage et à la fertilisation organique [24], [34].

Notre étude met en exergue l'importance de ces paramètres structuraux des exploitations familiales et paramètres pédologiques pour la productivité. En effet, elle a notamment relevé l'importance des activités extra-champêtres sur les rendements de sorgho, confirmant l'importance de ce facteur sur la gestion des pratiques agricoles [35]. Les activités secondaires extra-champêtres sont pourvoyeuses de revenus supplémentaires aux ménages, pouvant être utilisés dans l'achat d'intrants agricoles. L'analyse a aussi identifié l'importance du type de sol [36] et des caractéristiques socio-économiques des exploitations familiales ([37], [38]) comme facteurs déterminants sur le rendement du sorgho. Pour ce qui est des rendements en niébé, contrairement à nos résultats, [32] avaient mis en évidence l'importance de la fertilité du sol dans l'accroissement des rendements. De même, [39] ont montré que la composante élevage contribue à une amélioration des rendements à travers la disponibilité de la fumure organique. Du fait de la pauvreté des sols dans la zone subsaharienne en Afrique, l'apport de fertilisant organique est essentiel au maintien de la fertilité des sols et à l'amélioration de la productivité [21]. Par ailleurs, notre étude a montré que certaines variables favorisant les rendements en sorgho ont eu l'effet inverse pour les rendements en niébé. Ce qui pourrait s'expliquer par une forme de compensation entre les espèces associées [20].

Les rendements des deux spéculations ne sont pas statistiquement différents entre les groupes dans toutes les typologies à l'exception de celle des sols. Les plus faibles rendements ont cependant été observés dans le groupe à fertilité moyenne au lieu de celui à faible fertilité. Au niveau des groupes ITK, même si aucune différence significative n'a été trouvée, les meilleurs rendements en sorgho ont été enregistrés dans le groupe 2 et ceux du niébé dans le groupe 3 qui sont les groupes ayant utilisé les plus importantes quantités de fertilisants. Cela témoigne notamment de l'importance du système de gestion de la fertilité du sol adopté par chaque producteur en fonction du type de sol qu'il possède. En effet, les choix de gestion des terres des producteurs sont basés sur les types de sols qu'ils définissent eux-mêmes car les producteurs adoptent des pratiques différentes (travail du sol, fertilisation, densité de semis) selon le type de sol ([25], [34], [40]). Cette adaptation des pratiques culturales aux types de sols par les producteurs pourrait expliquer le fait que les effets des pratiques culturales sur les rendements n'ont pas été démontrés dans notre étude contrairement aux études de [8] et [32]. Le manque d'impact des ITK pourrait également s'expliquer par une relative homogénéité au niveau variétal, avec plus de 90% des parcelles utilisant des variétés locales pour les deux spéculations.

5 CONCLUSION

La présente étude a mis en évidence la place importante qu'occupe l'association de culture dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. L'association traditionnelle au poquet est pratiquée par la quasi-totalité des producteurs de la région. Elle est pratiquée principalement comme une stratégie de gestion des terres et d'adaptation aux aléas climatiques et biotiques. Elle est pratiquée sur tous les types de sols et par toutes les catégories de producteurs de la zone d'étude. Le nombre de personnes sur l'exploitation, le nombre de petits ruminants, l'importance des équipements ainsi que les activités extra-champêtres des producteurs sont les facteurs de différenciation des exploitations familiales. Les sols sont regroupés selon leur niveau de fertilité et leur perception par les producteurs. La fertilisation, le travail du sol et la variété de sorgho sont essentiellement les variables discriminantes des itinéraires techniques. L'amélioration des performances agronomiques du

système de culture pourrait se baser sur ces paramètres discriminants notamment à travers une diversification des variétés utilisées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants à la Coopération allemande DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) qui a accordé une bourse de thèse de doctorat au premier auteur. Cette étude a aussi été possible grâce à la fondation Avril qui a financé ce travail via le projet ORACLE (Optimisation des Rotation et Association Céréales et Légumineuses). Les auteurs remercient également tous les producteurs qui ont participé à la collecte des données.

REFERENCES

- [1] A. Bationo, J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Waswa, and J. Kimetu, "Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems," *Agricultural Systems*, vol. 94, no. 1, pp. 13–25, 2007.
- [2] MAAH (Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques), "Rapport général des résultats définitifs de la campagne agricole 2017/2018 et des perspectives alimentaire et nutritionnelle," Ouagadougou, 2018.
- [3] K. F. Zongo, E. Hien, J. Drevon, D. Blavet, D. Masse, and C. Clermont-Dauphin, "Typologie et logique socio-économique des systèmes de culture associant céréales et légumineuses dans les agro-écosystèmes soudano-sahéliens du Burkina Faso," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 10, no. February, pp. 290–312, 2016.
- [4] M. Dabat, R. Lahmar, and R. Guissou, "La culture du niébé au Burkina Faso : Une voie d'adaptation de la petite agriculture à son environnement?," *Autrepart*, vol. 62, no. 3, pp. 95–114, 2012.
- [5] D. Bambara, J. S. Zoundi, and J. Tiendrébéogo, "Association céréale/légumineuse et intégration agriculture-élevage en zone soudano-sahélienne," *Cahiers Agricultures*, vol. 17, no. 3, pp. 297–301, 2008.
- [6] F. Affholder, C. Poeydebat, M. Corbeels, E. Scopel, and P. Titttonell, "The yield gap of major food crops in family agriculture in the tropics : Assessment and analysis through field surveys and modelling," *Field Crops Research*, vol. 143, pp. 106–118, 2013.
- [7] M. K. van Ittersum, K. G. Cassman, P. Grassini, J. Wolf, P. Titttonell, and Z. Hochman, "Yield gap analysis with local to global relevance — A review," *Field Crops Research*, vol. 143, pp. 4–17, 2013.
- [8] D. B. Lobell and J. I. Ortiz-Monasterio, "Regional importance of crop yield constraints: Linking simulation models and geostatistics to interpret spatial patterns," *Ecological Modelling*, vol. 196, pp. 173–182, 2006.
- [9] T. Doré et al., "Methodological progress in on-farm regional agronomic diagnosis: A review," *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 28, pp. 151–161, 2008.
- [10] K. Descheemaeker et al., "Which options fit best? Operationalizing the socio-ecological niche concept," *Experimental Agriculture*, vol. 55, no. S1, pp. 169–190, 2016.
- [11] S. Alvarez et al., "Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological framework for farming system typology development," *PLoS One*, vol. 13, no. 5, pp. 1–24, 2018.
- [12] Z. Gnankambary et al., *Les classes de sols du Burkina Faso*, Ed : Burea. Ouagadougou, 2015.
- [13] I. Novozamsky, V. J. G. Houba, R. Van Eck, and W. van Vark, "A novel digestion technique for multi - element plant analysis," *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 14, no. 3, pp. 239–248, 1983.
- [14] R. Zougmore, M. Bonzi, and Z. Zida, "Etalonnage des unités locales de mesure pour le compostage en fosse de type unique etanche durable," 2000.
- [15] M. Blanchard, K. Coulibaly, S. Bognini, P. Dugué, and É. Vall, "Diversité de la qualité des engrais organiques produits par les paysans d'Afrique de l'ouest: Quelles conséquences sur les recommandations de fumure?," *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, vol. 18, no. 4, pp. 512–523, 2014.
- [16] F. Husson, J. Josse, and J. Pagès, "Analyse de données avec R : complémentarité des méthodes d'analyse factorielle et de classification," 2010.
- [17] F. Bretz, T. Hothorn, and P. Westfall, *Multiple Comparisons Using R*. 2011.
- [18] M. J. Crawley, *The R book*, Second edi. United Kingdom: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2013.
- [19] E. A. Frison, J. Cherfas, and T. Hodgkin, "Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security," *Sustainability*, vol. 3, no. 1, pp. 238–253, 2011.
- [20] M. Raseduzzaman and E. S. Jensen, "Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis," *European Journal of Agronomy*, vol. 91, pp. 25–33, 2017.
- [21] A. Bationo, J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Waswa, and J. Kimetu, "Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems," *Agricultural System*, vol. 94, no. 1, pp. 13–25, 2006.

- [22] B. V. Bado, A. Bationo, and M. P. Cescas, "Assessment of cowpea and groundnut contributions to soil fertility and succeeding sorghum yields in the Guinean savannah zone of Burkina Faso (West Africa), " *Biology and Fertility of Soils*, vol. 43, no. 2, pp. 171–176, 2006.
- [23] M. B. Pouya et al., "Pratiques actuelles de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la production du cotonnier et sur le sol dans les exploitations cotonnières du centre et de l'ouest du Burkina Faso, " *Cahiers Agriculture*, vol. 22, no. 4, pp. 282–292, 2013.
- [24] T. Diarisso, M. Corbeels, N. Andrieu, P. Djamen, J. M. Douzet, and P. Tittonell, "Soil variability and crop yield gaps in two village landscapes of Burkina Faso, " *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 105, no. 3, pp. 199–216, 2015.
- [25] P. Tittonell, B. Vanlauwe, P. A. Leffelaar, E. C. Rowe, and K. E. Giller, "Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farms in western Kenya: I. Heterogeneity at region and farm scale, " *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 110, no. 3–4, pp. 149–165, 2005.
- [26] A. S. Lithourgidis, C. A. Dordas, C. A. Damalas, and D. N. Vlachostergios, "Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture, " *Australian Journal of Crop Science*, vol. 5, no. 4, pp. 396–410, 2011.
- [27] C. P. Barro-Kondombo, K. Vom Brocke, J. Chantereau, F. Sagnard, and J. D. Zongo, "Variabilité phénotypique des sorghos locaux de deux régions du Burkina Faso: La Boucle du Mouhoun et le Centre-Ouest, " *Cahiers Agriculture*, vol. 17, no. 2, pp. 107–113, 2008.
- [28] K. vom Brocke, G. Trouche, E. Weltzien, C. P. Barro-Kondombo, E. Gozé, and J. Chantereau, "Participatory variety development for sorghum in Burkina Faso: Farmers' selection and farmers' criteria, " *Field Crops Research*, vol. 119, no. 1, pp. 183–194, 2010.
- [29] K. Vom Brocke et al., "Helping farmers adapt to climate and cropping system change through increased access to sorghum genetic resources adapted to prevalent sorghum cropping systems in Burkina Faso, " *Experimental Agriculture*, vol. 50, no. 2, pp. 284–305, 2014.
- [30] A. Sanou, M. Adam, K. V. Brocke, and G. Trouche, "Bilan Thématique Programmé : Production agricole et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest : Enquête sur l'adoption et la diffusion des variétés de sorgho issues de la sélection participative dans les régions Centre-Nord et Boucle du Mouhoun : résultats, " *Burkina Faso*, 2014.
- [31] T. Diarisso, "Analyse des flux de biomasse et des transferts de la fertilité à l'échelle du territoire villageois en Afrique subsaharienne: opportunités d'intégration fonctionnelle agriculture - élevage, " *Thèse de Doctorat, Université de Montpellier SupAgro*, 2015.
- [32] G. N. Falconnier, K. Descheemaeker, T. A. V. Mourik, and K. E. Giller, "Unravelling the causes of variability in crop yields and treatment responses for better tailoring of options for sustainable intensification in southern Mali, " *Field Crops Research*, vol. 187, pp. 113–126, 2016.
- [33] R. Chikowo, S. Zingore, S. Snapp, and A. Johnston, "Farm typologies, soil fertility variability and nutrient management in smallholder farming in Sub-Saharan Africa, " *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 100, pp. 1–18, 2014.
- [34] F. S. Mairura, D. N. Mugendi, J. I. Mwanje, J. J. Ramisch, P. K. Mbugua, And J. N. Chianu, "Effects of Wildfire, Salvage Logging and Slash, " *Land Degradation & Development*, vol. 19, pp. 77–90, 2007.
- [35] R. Frelat et al., "Drivers of household food availability in sub-Saharan Africa based on big data from small farms, " *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, vol. 113, no. 2, pp. 458–463, 2016.
- [36] N. G. Wubeneh and J. H. Sanders, "Farm-level adoption of sorghum technologies in Tigray, Ethiopia, " *Agricultural Systems*, vol. 91, no. 1–2, pp. 122–134, 2006.
- [37] P. Tittonell and K. E. Giller, "When yield gaps are poverty traps : The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture, " *Field Crops Research*, vol. 143, pp. 76–90, 2013.
- [38] G. N. Falconnier, K. Descheemaeker, T. A. Van Mourik, O. M. Sanogo, and K. E. Giller, "Understanding farm trajectories and development pathways: Two decades of change in southern Mali, " *Agricultural Systems*, vol. 139, pp. 210–222, 2015.
- [39] P. Kristjanson, I. Okike, S. Tarawali, B. B. Singh, and V. M. Manyong, "Farmers' perceptions of benefits and factors affecting the adoption of improved dual-purpose cowpea in the dry savannas of Nigeria, " *Agricultural Economics*, vol. 32, no. 2, pp. 195–210, 2005.
- [40] M. Corbeels, A. Shiferaw, and M. Haile, "Farmers' Knowledge of Soil Fertility and Local Management Strategies in Tigray, Ethiopia, " *Managing Africa's Soils*, no. 10, p. 30, 2000.
- [41] F. Affholder, "Influence de la fertilisation et du contrôle de l'enherbement sur la réponse des rendements du mil pluvial à un indice hydrique synthétique, " in *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique Tropicale : vers une gestion des flux hydriques par le système de culture*, Ed. John L., F.-N. Reyniers and L. Netoyo, Eds. Montpellier, 1994, pp. 191–203.

La socialisation organisationnelle comme prédicteur de la satisfaction au travail des agents de l'administration publique Gabonaise

[Organizational socialization as a predictor of job satisfaction for Gabonese public administration employees]

Moundjiegout Tessa¹ and Benha Ndzie Penisga²

¹Enseignant-chercheur à l'Université Omar Bongo, Maître-assistant en psychologie du travail et des organisations, Membre de l'équipe de recherche du Centre de Recherche et d'Etudes en Psychologie (CREP), Gabon

²Psychologue du Travail et des Organisations, Responsable administrative à l'Institut Supérieur de Formation Appliquée (ISFA), Gabon

Copyright © 2021 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 research is part of an approach to organizational socialization. Conducted within an administrative structure of the Gabonese public sector, we conducted a study on the influence of organizational socialization on organizational behavior, in other words, organizational socialization as a predictor of job satisfaction. The men and women participated in this research, 136 respondents, managers and non-managers. The average age here is 37.12 years old. The results obtained present organizational socialization as well perceived by the agents in post and the trainees, the men and the women do not present any difference of perception at the level, organizational socialization, because it has important issues not only for each organizational structure but also for the worker. The interrelationship matrix shows significant links between organizational socialization and job satisfaction and between job satisfaction and proactivity.

KEYWORDS: Organizational socialization; administrative structure; Gabonese public sector.

RESUME: Cette recherche s'inscrit dans une approche de la socialisation organisationnelle. Menée au sein d'une structure administrative du secteur public gabonais, nous avons procédé à une étude sur l'influence de la socialisation organisationnelle sur les comportements organisationnels, autrement dit la socialisation organisationnelle comme facteur prédicteur de la satisfaction au travail des agents. Les hommes et les femmes ont participé à cette recherche, soit 136 répondants, cadres et non cadres. L'âge moyen ici est de 37.12 ans. Les résultats obtenus présentent la socialisation organisationnelle comme bien perçue par les agents en poste et les stagiaires, les hommes et les femmes ne présentent aucune différence de perception au niveau, de la socialisation organisationnelle, car celle-ci possède des enjeux importants non seulement pour chaque structure organisationnelle mais aussi pour le travailleur. La matrice d'inter corrélations présente des liens significatifs entre la socialisation organisationnelle et la satisfaction au travail et entre la satisfaction au travail et la proactivité.

MOTS-CLEFS: Socialisation organisationnelle; structure administrative; secteur public gabonais.

1 INTRODUCTION

Dans un contexte de flexibilité croissante, l'expérience du monde du travail prend de multiples formes, qui peuvent être positives ou négatives. Les situations de travail deviennent de plus en plus diversifiées, de même que les attentes des travailleurs. (Rapport qualité de vie au travail). Si des problématiques plus traditionnelles comme la motivation, la satisfaction des agents, l'évaluation du personnel, la gestion des carrières, la formation professionnelle, etc., au travail sont globalement bien maîtrisées par les responsables

de certaines administrations publiques, d'autres problématiques ont acquises une importance grandissante dans le monde du travail: la sécurité d'emploi, la flexibilité, la gestion du temps, le stress et le harcèlement moral (quand on parle de santé mentale au travail) dans le secteur public gabonais, la charge de travail, la proactivité et la socialisation organisationnelle, etc., ne restent pas en marge.

Dans l'optique d'éviter que les agents nouvellement intégrés au sein de la Direction générale de la dette publique ne soient des « délaissés pour compte », les responsables de cette administration gabonaise en intégrant ces nouveaux agents, s'inscrivent dans une logique de moins encourager l'individualisme et la concurrence entre salariés. Ces derniers encouragent plus le développement des démarches proactives des agents dans la gestion des carrières, comme l'indique [19]. Car ces agents nouvellement recrutés n'évaluent pas souvent les enjeux liés à la culture de l'administration qui les accueillent, ni à la cohésion sociale prévalent sans oublier la performance des agents déjà en poste. Cette recherche s'inscrit dans une approche de la socialisation organisationnelle, dont le rôle est double; d'abord comprendre la transmission et l'acquisition des connaissances nécessaires pour devenir un membre efficace de l'organisation [19], puis l'évaluation de la relation entre les comportements proactifs des agents de la DGD et la satisfaction au travail de ces derniers.

Il faut indiquer que l'apport de la socialisation organisationnelle est de montrer que les mesures, actes et autres comportements posés par les agents pour la gestion de l'intégration ne se limite pas seulement à la prise en charge des individus à leur arrivée, mais cela va au-delà de cette prise en charge. Mais une chose à laquelle les responsables n'y songent pas, c'est le rôle joué par les nouveaux agents eux-mêmes, or ces nouveaux peuvent parfois adopter des comportements proactifs pour favoriser leur intégration [25]. A côté de la proactivité, la notion de satisfaction a également retenu notre attention. Ainsi, la définition la plus couramment retenue dans les travaux sur la satisfaction au travail était celle de [23] pour qui, il s'agit d'un « état émotionnel agréable ou positif résultant de l'évaluation faite par une personne de son travail ou de ses expériences au travail » [1], dans la lignée des travaux de Locke, ceux-ci proposent de définir ce concept comme étant « le degré d'affect positif envers un travail ou ses composants ». Selon les auteurs, elle est déterminée par des caractéristiques individuelles et celles du travail, en particulier par l'organisation du travail.

Cette recherche a pour but de mieux cerner les phénomènes d'anticipation et d'autonomie dans le travail, de socialisation organisationnelle et de satisfaction des agents de cette Direction. La politique de proactivité au sein de la Direction Générale de la Dette, constitue un facteur fondamental de socialisation interne, d'adaptation et de fidélisation des agents au sein d'une structure organisationnelle en générale et de la DGD en particulier. Répondant à plusieurs objectifs, celle-ci permettra à cette Direction dans un premier temps de favoriser la facilité d'échanges entre agents et la hiérarchie, entre les agents les plus âgés et les moins âgés, les stagiaires qui doivent être encadrés et aiguillés durant leur période d'immersion. La littérature française traduit naturellement le concept des organizational socialization tactics de Van Maanen et Schein sous les termes de stratégie de socialisation organisationnelle [31], ou de procédures de socialisation organisationnelle ([20]; [21]). Nous préférons recourir aux termes de pratiques de socialisation organisationnelle car il est plus adapté pour désigner l'ensemble des actions consciemment et non consciemment mis en œuvre par l'organisation et ses membres pour structurer le processus de socialisation organisationnelle

2 CADRE THEORIQUE

2.1 LA PROACTIVITÉ EN MILIEU ORGANISATIONNEL

Un comportement proactif au travail est une action anticipative auto-initiée visant à changer la situation ou le comportement du salarié, il y'a entre autres la prise en charge pour améliorer les méthodes de travail, la résolution proactive des problèmes, l'utilisation de l'initiative personnelle, etc. Pour [11], la proactivité consiste à faire preuve d'initiative en vue d'améliorer sa situation de travail actuelle, ou encore à « changer le statu quo, plutôt que s'adapter passivement aux conditions actuelles ». Pour [28], la proactivité renvoie, dans la littérature, à différentes formes de comportements qui se caractérisent par le fait qu'ils sont délibérés et orientés vers le futur et l'amélioration des conditions actuelles de travail [15], quant à eux parlent plutôt d'initiative personnelle pour décrire des comportements semblables. Ces auteurs définissent trois critères pour qu'un comportement soit considéré comme une initiative personnelle; ce comportement doit être à l'initiative de son auteur. Il s'agit donc d'un comportement délibéré qui ne fait l'objet d'aucune pression ou d'aucune attente spécifique de la part de l'organisation ou du supérieur hiérarchique. L'initiative personnelle résulte donc d'objectifs personnels qu'un individu se donne à lui-même. Ensuite, le comportement doit être proactif. Pour [15], être proactif implique d'adopter une perspective à long terme. Selon ces auteurs, un individu proactif « anticipe les problèmes et les opportunités et se prépare à gérer ces problèmes ou à tirer parti de ces opportunités ». Et enfin, l'initiative personnelle suppose également que cet individu soit persistant, c'est-à-dire qu'il doit se montrer capable de surmonter les difficultés en vue d'atteindre son objectif [15]. soulignent à ce propos que cette persistance peut notamment s'exprimer à l'égard d'un supérieur hiérarchique qu'il faut, par exemple, convaincre de la pertinence d'une initiative.

La recherche sur le comportement « actif » se concentre sur la manière dont les employés modifient les caractéristiques de leur travail et de leur situation [15], c'est-à-dire qu'ils redéfinissent parfois les objectifs qui leur sont fournis par l'organisation pour trouver

des objectifs plus difficiles et influencent activement les processus de socialisation afin d'améliorer la qualité de leurs expériences au travail ([5]; [6]). Ces comportements actifs sont de plus en plus considérés comme des manifestations concrètes de proactivité. S'inscrivant dans cette perspective, ces vingt dernières années, il y a eu un regain d'intérêt pour la proactivité au travail, cela est dû à l'importance croissante de ce type de comportement dans les organisations d'aujourd'hui. Sur le plan académique par exemple comme le rapportent [4], il y a eu une vague de concepts proactifs, bien que variant selon que la proactivité est considérée comme une disposition stable [11], un modèle de comportements [27], voire comme un comportement au travail [11]; [30]. Comme [30] l'intérêt actuel pour la proactivité est justifié étant donné l'insuffisance des modèles traditionnels qui «supposent que les employés doivent suivre instructions, descriptions de tâches et ordres ». Devant des changements rapides, des demandes d'innovation et d'incertitude opérationnelle excessives dans certaines structures organisationnelles), les employés sont de plus en plus sollicités à utiliser leur initiative et être proactifs comme le rapportent.

Ainsi, diverses études ([3]; [15]; [16]; [30]), ont démontré l'influence des conditions de travail sur différentes formes de comportements proactifs. Tandis que d'autres, ont été consacrées à l'influence du supérieur hiérarchique sur les comportements proactifs des employés [4]. D'autres chercheurs ont également des types différenciés de comportement proactif. Ainsi, [30] ont identifié la proactivité individuelle, la proactivité des membres de l'équipe et la proactivité des membres de l'organisation. Il s'agit en fait de tous les types de comportements de travail proactifs en ce sens qu'ils visent à prendre le contrôle de l'environnement organisationnel interne et à y apporter des changements. Cependant, la proactivité individuelle est dirigée vers son travail individuel (l'amélioration de ses procédures de travail), la proactivité de l'équipe vise à aider l'équipe et les autres membres de l'équipe (à améliorer le fonctionnement de l'équipe), et la proactivité des membres de l'organisation est orientés vers la modification de systèmes ou de pratiques organisationnelles plus larges.

Toutefois, cette notion proactivité peut être abordée sous plusieurs approches, donnant ainsi un autre sens selon l'orientation que l'on cherche à lui attribuer. Une autre perspective de la proactivité, qui coïncide avec notre compréhension de la proactivité en tant que façon de se comporter, est qu'il ne s'agit pas seulement d'un acte unique, mais plutôt d'un processus comportant des phases distinctes. Certains auteurs ont suggéré que l'action proactive comporte plusieurs phases (anticipation; planification; action en direction de l'impact) [15]. ont également identifié la redéfinition des tâches, la collecte et le pronostic des informations, le plan et l'exécution, le suivi et la rétroaction comme des phases clés de la proactivité.

2.2 SATISFACTION AU TRAVAIL

La satisfaction est un terme utilisé depuis le début du 20^e siècle. Une des premières utilisations de ce terme, tel qu'on l'utilise aujourd'hui, se trouve dans les études Hawthorne. La satisfaction au travail est la perception favorable du travailleur vis-à-vis du rôle de travail qu'il détient au moment présent [19] ou encore l'ensemble des sentiments que le travailleur entretient relativement aux divers aspects de son emploi [35]. Selon [23], la satisfaction au travail se définit comme un « état émotionnel positif résultant de l'évaluation du travail ou d'expériences de travail » [40]., quant à lui estime qu'elle constitue le résultat de ce que les gens ressentent face à leur emploi ou différents aspects de celui-ci. Elle est principalement étudiée sous forme de construit global [39]. Ou par l'entremise de facteurs ou d'antécédents qui l'influencent.

S'appuyant sur la définition de [23], qui définit la satisfaction en emploi comme « a pleasurable or positive emotionnal state resulting from the appraisal of one's job or job experience ». (p 1300), la satisfaction au travail est définie comme étant l'écart entre ce que l'individu attend de son travail et ce qu'il y trouve. Autrement dit, elle consiste en l'attitude favorable ou défavorable d'un employé vis-à-vis de son travail. L'une des préoccupations de la gestion des ressources humaines dans l'organisation est la satisfaction du personnel, puisqu'elle influence le taux de roulement, les griefs, l'absentéisme, le climat organisationnel, lesquels agissent à leur tour sur le rendement de l'organisation. La satisfaction est influencée par la façon dont les spécialistes des ressources humaines exercent les activités de gestion du capital humain. Les services des ressources humaines plus souples, qui se préoccupent des personnes qu'ils servent, se sont efforcés de susciter la motivation, la croissance et la satisfaction des employés.

3 PROBLEMATIQUE

Pour s'adapter efficacement à un environnement de travail en évolution, les entreprises doivent pouvoir compter sur la contribution active de leurs employés [15]. Ainsi, les entreprises attendent de plus en plus de leurs employés qu'ils soient proactifs c'est-à-dire qu'ils n'attendent pas que les problèmes se posent pour les résoudre, mais plutôt qu'ils anticipent spontanément les problèmes et opportunités futures et qu'ils agissent en conséquence ([11]; [16]; [30]). Aborder la question du comportement proactif ne peut être envisageable sans que ne soit pris en compte la socialisation organisationnelle. Ainsi, La socialisation organisationnelle est un processus qui se déroule tout au long de la carrière d'un individu, processus par lequel un individu ou un salarié acquiert les connaissances sociales et les compétences nécessaires pour assumer son rôle dans une organisation. Cette socialisation passe par l'apprentissage et l'intériorisation du « rôle » du salarié ou de l'agent à travers trois composants clef: le travail (en tant qu'ensemble

de tâche) le groupe de travail (en tant qu'ensemble interactionnel), et le contexte organisationnel (en tant que système de rôles) [31]. La socialisation organisationnelle, revient à mettre en exergue des tactiques et comportement proactifs de socialisation afin de saisir les attitudes et comportements d'ajustement des agents en situation d'insertion et d'adaptation au sein d'une structure. Ces attitudes peuvent être comprises comme des actions anticipées de type comportemental ou psychologique déployés par les salariés pour agir sur eux-mêmes ou sur leur environnement.

Eu égard à ce qui précède, nous nous demandons si les comportements proactifs permettent une meilleure intégration au travail des agents de la Direction Générale de la Dette. C'est dans cette optique que la principale préoccupation de notre étude est de savoir si les comportements proactifs ainsi adoptés permettent aux Salariés non seulement de faire preuve d'adaptation dans leur travail, mais surtout s'ils atteignent le point d'équilibre entre leurs attentes en intégrant cette administration publique et ce qu'ils obtiennent réellement dans l'exécution de leur tâche.

Hypothèse générale

La socialisation organisationnelle réussie présente un lien significatif avec la satisfaction au travail des agents de la DGD

Hypothèses opérationnelles

H1- La perception des comportements proactifs est fonction des caractéristique personnelles, on note une variation de perception entre les hommes et les femmes de cette direction générale (H1a) les jeunes agents estiment bénéficier de ces comportements proactifs que les plus âgés (H1b), ces comportements proactifs sont identifiables dans les différents services de la DGD (H1C).

H2- les comportements proactifs centrés sur la socialisation organisationnelle est un facteur prédicteur de la satisfaction au travail des agents de la DGD.

4 METHODOLOGIE

4.1 POPULATION DE L'ÉTUDE

Rappelons que notre population d'étude était composée des agents de la Direction Générale de la Dette Publique, qui ont répondu à notre questionnaire. Les questions portaient sur la proactivité au travail, la socialisation organisationnelle et la satisfaction au travail. Notre population comptait 245 salariés au départ. Une fois exclu les questionnaires des agents ayant des valeurs manquantes, les résultats de nos analyses ont été déterminés à partir d'un échantillon d'étude de 136 répondants. L'âge moyen ici était de 37.12 ans, et le niveau d'études de ces salariés allait du simple agent d'administration (BPEC) au directeur de service (BAC+5). L'ancienneté moyenne était de 12.06 ans

4.2 INSTRUMENTS DE COLLECTE DES DONNÉES

Nous avons utilisé l'échelle révisée du Minnesota pour évaluer la satisfaction au travail des agents de la DGD, ici les items pour chaque composante de la satisfaction au travail offrent une meilleure cohérence interne pour les 2 dimensions pour 6 questions, avec des alphas de cronbach allant de $\alpha=.90$ à $\alpha=.91$, comparativement à $\alpha=.86$ et $\alpha=.88$ pour les échelles originales. Par ailleurs, la dimension intrinsèque de la satisfaction a été mesurée par 3 items (ex.: «*Je suis satisfait du sentiment de réalisation que je tire de mon travail*»). La dimension extrinsèque quant à elle, a été mesurée par 3 items (ex.: «*je suis satisfait de la stabilité de l'emploi que me procure mon travail*»). Les répondants avaient le choix parmi une série de réponses distribuées sur une échelle de type Likert en cinq points (1= pas tout à fait d'accord à 5=plus que d'accord).

La socialisation organisationnelle et la proactivité ont été opérationnalisées sur la base de la conjugaison du modèle de ([21], [42] & [37]). Le questionnaire final retenu dans le cadre de notre étude est multidimensionnel en évaluant 4 sous-dimensions (la maîtrise des tâches de son emploi, l'intégration sociale, la connaissance de l'organisation et la clarté du rôle). Composé de 15 items; soit 5 items évaluant la socialisation organisationnelle (Q11-Q15) et 10 items pour la proactivité (Q1-Q10). Le questionnaire final a été complété par les variables sociodémographiques telles que la direction, la catégorie professionnelle, le sexe, l'âge et la situation matrimoniale.

5 PRESENTATION DES RESULTATS ET INTERPRETATION

5.1 PRÉSENTATION DES ANALYSES DESCRIPTIVE ET DE CORRÉLATIONS

Pour évaluer la relation entre les variables en présence à savoir la socialisation organisationnelle, la proactivité et la satisfaction d'une part et d'autre part la perception de ces variables en fonction des caractéristiques individuelles telles que le sexe, l'âge et le service d'appartenance, trois types d'analyses statistiques ont été réalisées (corrélationalle, descriptive et de variance).

Tableau 1. Présentation de la matrice d'inter corrélations des variables à l'étude

	Moy	E.T	1	2	3	4	5	6	7
proactivité	2.99	0.42	-						
socialisation	3.19	0.52	.82*	-					
Satisfaction	3.11	0.85	.37*	.37*	-				
Service	3.08	1.99	.11	.00	.00	-			
Sexe	1.33	0.47	-.14	-.17	-.09	-.03	-		
Age	2.06	0.96	.13	.16	.24	-.14	.91	-	
S. matrim.	1.50	0.77	-.29	-.28	-.15	.12	-.23	-.16	-

* $p < .05$

Au sortir des analyses descriptive et de corrélation, le versant descriptif montre que les résultats obtenus présentent la socialisation organisationnelle (moy=3.19; E.T=0.52) comme bien perçue par les agents en poste et les stagiaires. Ce qui montre que non seulement un accueil est réservé aux nouveaux agents arrivés au sein des différents services de cette Direction, mais également l'intégration de ces derniers dans cette administration, la gestion des bouleversements de carrière et la facilitation de transfert de compétences entre générations sont perçues. Même constat au niveau des relations entre les agents en postes et les nouveaux (ceux qui sont à peine intégrés et en voie d'intégration) sont acceptables et ce, quel que soit le service. Les agents ayant une expérience au sein de cette direction et une ancienneté, accompagnent les jeunes agents et c'est par ce soutien organisationnel que ces nouveaux apprennent leur rôle dans l'organisation. Deux notions sous mentionnées ici; la transmissibilité des connaissances et procédures par l'organisation et l'acquisition de celles-ci par les plus jeunes. Le jeune stagiaire qui intègre cette administration n'est pas passif par rapport à ce que lui apporte en retour la DGD, c'est-à-dire qu'il doit assimiler la culture de cette administration, apprendre à tenir son rôle, acquérir les compétences de son emploi et s'intégrer à une équipe. Il appartient à la DGD, pour sa part, de mettre en place des outils pour accompagner les nouveaux agents dans leurs efforts d'intégration. L'observation est identique, lorsque nous considérons la satisfaction au travail (moy=3.11; E.T=0.85). Ce résultat nous renseigne sur le fait que ces agents observent un équilibre entre leurs attentes et ce qui leur ait offert au sein de cette Direction (échanges entre collègues, primes, climat de travail acceptable, etc.). La proactivité est également observable auprès de ces agents (moy=2.99; E.T=0.42), même si le score moyen enregistré par cette variable gravite autour de 2.

La matrice d'inter corrélations entre les variables à l'étude et les caractéristiques personnelles ne donnent que trois corrélations significatives, sur les vingt et une testées. Nous pouvons noter un lien significatif entre la proactivité et la socialisation organisationnelle ($r=.82$; $p<.000$); entre la socialisation organisationnelle et la satisfaction au travail ($r=.37$; $p<.000$) et entre la satisfaction au travail et la proactivité ($r=.37$; $p<.000$). À l'inverse, aucune différence significative entre la socialisation organisationnelle et les caractéristiques socio personnelles telles que le sexe; ($r=-.17$; $p=.298$), l'âge ($r=.169$; $p=.333$) et la situation matrimoniale ($r=-.185$; $p=.281$). Le constat est identique lorsque nous considérons la relation entre la proactivité et les caractéristiques individuelles précitées; avec le sexe ($r=-.149$; $p=.519$), avec l'âge ($r=.137$; $p=.431$), avec le service ($r=.111$; $p=.519$) et la situation matrimoniale ($r=-.290$; $p=.086$). Idem entre la satisfaction au travail et le service ($r=.000$; $p=.998$), avec le sexe ($r=-.09$; $p=.584$), avec l'âge ($r=.248$; $p=.151$) et la situation matrimoniale ($r=-.157$; $p=.362$). De façon globale, nous retenons ici, quels que soit le service de rattachement, le sexe des agents, leur situation matrimoniale voire même leur âge, aucun lien n'est observé lorsque ces variables sont croisées entre elles. Ce qui montre que les hommes et les femmes présentent la même perception de la proactivité, de la satisfaction au travail et de la socialisation organisationnelle.

S'agissant de la socialisation organisationnelle par exemple, nous pouvons souligner que les agents de la Direction de la Dette affirment ceci; les nouveaux agents ou les stagiaires qui intègrent cette administration publique font preuve d'un apprentissage des valeurs de l'institution, des normes, du mode de fonctionnement afin que leur intégration se fasse sans problème. C'est dans cette optique que [42], rappelle que la socialisation organisationnelle est un « processus par lequel une personne apprend les valeurs, normes et comportements requis pour lui permettre de participer comme membre de l'organisation ». Il s'agit d'une stratégie établie

par l'entreprise pour façonner le (futur) salarié. Elle a pour but de maîtriser la tâche à réaliser, fonder des relations avec les pairs et la hiérarchie, déceler les normes et leurs limites d'application (selon les groupes) et surtout intégrer la culture de l'entreprise. Pour la proactivité, aucune différence n'est perçue entre les agents, quel que soit le service ou la situation matrimoniale. Tous d'un commun accord, reconnaissent que chaque agent "Prend des initiatives", que cela soit sur le plan professionnel ou privé. Ce qui signifie qu'en tant qu'être humain, ces agents sont responsables de leurs propres vies et leur comportement découle de leurs décisions, et non de leur condition. C'est-à-dire qu'ils peuvent faire passer leurs sentiments après leurs valeurs. Ils ont l'initiative et la responsabilité de "provoquer" les choses. Notons que la proactivité est une des qualités professionnelles les plus prisées par les responsables administratifs de cette structure publique. Chaque agent est proactif en prenant des initiatives, en étant entrepreneur, et génère des idées afin de trouver des solutions aux problèmes.

Au sortir des analyses descriptives, lorsque nous regardons de plus près, les scores moyens de satisfaction entre les hommes et les femmes de cette administration, on note des légères variations, même si les différences ne sont pas significatives, nous pouvons noter qu'au niveau de la satisfaction au travail, les femmes (moy=3.16; E.T=0.93) présentent une satisfaction légèrement accentuée à celle des hommes (moy=2.99; E.T=0.69). S'appuyant sur les travaux de [24], il définit la satisfaction au travail comme « un état émotionnel résultant de la relation perçue entre ce que l'on veut obtenir de son travail et ce qu'il nous apporte ». Si l'écart entre attentes et apports s'agrandit, l'insatisfaction gagne du terrain. Les études sur ce sujet ont montré que la satisfaction possède un aspect aux multiples dimensions. Les différentes recherches apportent plusieurs informations concernant les sources de satisfaction au travail. Pour ces femmes, la satisfaction proviendrait du fait de travailler, en lui-même, il est source de satisfaction car il n'est pas donné à chacun, surtout en ce moment. De plus, le caractère stimulant de la profession joue un grand rôle dans la satisfaction. Plus un travail sera varié, plus le salarié sera satisfait. Il en va de même pour l'autonomie: un contrôle permanent bloque la liberté d'action du salarié, ce qui peut apporter de la frustration. Une conception trop mécaniste et trop rationaliste de l'homme au travail peut engendrer des maladroites de management des ressources humaines. D'autres facteurs entrent en jeu comme les heures de travail, les perspectives d'avenir, l'accomplissement de soi, les conditions matérielles, la conciliation avec la vie privée, etc.

Pour la socialisation organisationnelle, la moyenne globale des deux groupes tourne autour de 3, les hommes (moy=3.06; E.T=0.53) et les femmes (moy=3.25; E.T=0.51) ne présentent aucune différence de perception à ce niveau, car il faut le souligner, la socialisation organisationnelle possède des enjeux importants pour chaque structure organisationnelle mais aussi pour le travailleur. Pour le cas de la Direction de la Dette, une socialisation réussie est synonyme de cohésion d'équipe, voire même entre collègues, de motivation, de satisfaction, d'engagement. Les hommes comme les femmes de cette Direction reconnaissent qu'une socialisation bien structurée est moins stressante pour les nouveaux venus (agents et stagiaires). Elle influence également la perception des conflits et l'ambiguïté des rôles. *A contrario*, une légère variation est observée au niveau de la proactivité. Les femmes (moy=3.03; E.T=0.39) auraient une perception appuyée que celle des hommes (moy=2.90; E.T=0.49). Les femmes de cette Direction estiment qu'il convient de cultiver son sens du détail et sa curiosité pour les choses de cette administration en général et des services en particulier. Un agent proactif s'implique dans le destin de son administration en cherchant à lire le présent et à faire l'avenir. Il anticipe au mieux, à l'aide des informations dont il dispose et de l'analyse qu'il en tire. Ce qui veut dire qu'il est à l'écoute de son environnement et qu'il demande conseil autour de lui. D'autre part, ces agents ont compris qu'être proactif au travail, c'est aller aux devants des défis: les attendre avec impatience, en sachant qu'ils ne sont que des opportunités pour progresser. Dans cette optique, faire part de ses idées sans peur et avoir la capacité à les défendre, cela permet aux supérieurs de déléguer plus de responsabilités, s'ils voient en ces agents par exemple, le désir de les assumer.

5.2 PRÉSENTATION DES ANALYSES DE VARIANCE

Tableau 2. Analyse de variance entre les variables à l'étude et le sexe

	Sommes des carrées	df	Moyennes carrées	F	p
Socialisation X sexe inter-groupes	0.30	1	0.30	1.11	0.29
intra-groupes	9.21	34	0.27		
Total	9.51	35			
Proactivité X sexe inter-groupes	0.14	1	0.14	0.77	0.38
intra-groupes	6.26	34	0.18		
Total	6.40	35			
Satisfaction X sexe inter-groupes	0.23	1	0.23	0.30	0.58
intra-groupes	25.55	34	0.75		
Total	25.78	35			

Lorsque nous considérons les résultats entre les variables telles que la socialisation organisationnelle, la proactivité, la satisfaction au travail et le sexe, après l'analyse de variance, le tableau 1 ci-dessus montre une absence de relation de causalité entre socialisation organisationnelle et le sexe des agents ($F=1.11$; $p=.298$). Ici, l'adaptation sur le lieu de travail chez ces agents, ne dépend pas du genre, tous sont conscients du type de relations entretenues entre collègues, les échanges d'informations, l'accompagnement des nouveaux collègues, etc., constituent autant des facteurs qui renforcent cette forme de politique. Cette absence de différence perçue entre les hommes et les femmes, vient confirmer les résultats obtenus au niveau des analyses descriptives qui montrent qu'il n'existe aucune différence de perception entre les agents des deux sexes en matière de politique de socialisation. Ce résultat est identique, s'agissant de l'analyse de variance entre la proactivité et le sexe. Une absence de relation est enregistrée ($F=0.77$; $p=.385$), là encore, même si nous pouvons observer une variation des scores moyens au niveau du comportement proactif chez ces agents, cette différence reste non significative. Ce résultat vient invalider notre hypothèse (H1a) qui stipule que « *la perception des comportements proactifs est fonction des caractéristiques personnelles des agents de la Direction de la Dette. On note une variation de perception entre les hommes et les femmes* ». Ils reconnaissent tous que, l'anticipation au quotidien dans la réalisation ou l'exécution de leurs tâches fait partie des attitudes à adopter chaque jour. Enfin, la relation entre la satisfaction et le sexe des agents n'a pas été prouvée statistiquement, entre les deux variables ($F=0.30$; $p=.584$). Ce qui montre que les femmes et les hommes éprouvent un degré de satisfaction identique entre les deux groupes.

5.3 ANALYSE DE VARIANCE ENTRE LES VARIABLES À L'ÉTUDE ET LES TRANCHES D'ÂGE DES AGENTS

Cette analyse nous permet de mettre en évidence une relation entre les tranches d'âge et la proactivité au travail. Au sortir du traitement statistique, les conclusions montrent une non présence d'un lien significatif entre l'âge et la proactivité au travail ($F=0,122$; $p<.728$). De ce fait, la proactivité au travail des agents de la Direction Générale de la Dette ne présente aucune différence entre les tranches d'âge des agents. Ceci rejette, notre hypothèse (H2b) qui stipule que « *Les agents de cette Direction estiment être proactifs quelle que soit la tranche d'âge à laquelle ils appartiennent* ». S'agissant de l'analyse de variance entre les comportements proactifs et la satisfaction au travail, nous voulons vérifier si la proactivité est un prédicteur de la satisfaction au travail des agents de la DGD. Après analyse, les conclusions montrent la présence d'un lien significatif entre les variables précitées. ($F=3,150$; $p<.000$). Ces conclusions nous amènent à dire que l'anticipation des agents dans l'exercice de leur travail est un facteur prédicteur de la satisfaction au travail. Les agents bénéficiant d'une telle autonomie, de cette latitude décisionnelle, manifestent leur satisfaction. La présence de ce lien est vérifiée par le test d'homogénéité de variances covariances de Levene ($F=1,508$; $p=1,52$). Cette perception est partagée par toutes les tranches d'âge des agents ayant participé à cette étude. A travers ce résultat, nous pouvons comprendre comme une forme « d'habitude » à ce type de politique au sein de cette structure organisationnelle, devenant ainsi une forme de « normalité ». Notre hypothèse H2 « *les comportements proactifs centrés sur la socialisation organisationnelle est un facteur prédicteur de la satisfaction au travail des agents de la Direction de la Dette* » est vérifiée.

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La socialisation organisationnelle, comme le soulignent les pères fondateurs ([36]; [42]; [43]) est un processus continu, qui se déroule tout au long de la carrière d'un individu. Elle est communément définie comme « *un processus par lequel un individu acquiert les connaissances sociales et les compétences nécessaires pour assumer un rôle dans une organisation* » ([43]: p.3). Mais cette conception ou approche est battue en brèche, voire remise en cause par ([38]; [8]; [27] et [5]). Selon ces auteurs, cette conception de la socialisation organisationnelle réduite aux processus par lesquels les nouveaux entrants apprennent les comportements et attitudes nécessaires à l'accomplissement de leur rôle dans l'organisation, ne tient pas compte de la dimension dynamique du salarié. Ainsi, les tenants de la thèse de la proactivité tels que ceux précités plus haut, indiquent que le salarié est acteur à part entière de sa socialisation professionnelle.

Cette nouvelle perspective contribue à enrichir la description des stratégies d'insertion développées par les salariés, notamment par la caractérisation des différentes modalités des conduites proactives et des processus qu'elles mobilisent. A la suite de ([6]; [13]; [3]) distinguent plusieurs indicateurs de proactivité. Au niveau des processus cognitifs tout d'abord, on relève les processus d'élaboration du sens, comme le soulignent [3], qui rendent compte du travail de construction de significations réalisé par les sujets. En réponse à l'incertitude et à la surprise qui caractérisent l'entrée dans une organisation, les nouveaux recrutés recherchent activement des informations, des feed-back ([25]; [28]) grâce auxquels ils peuvent donner sens à leur expérience d'insertion. Les stratégies de gestion de soi, sont également étudiées, stratégies qui permettent au salarié, par le biais de processus d'attribution et d'évaluation primaire [14], d'interpréter positivement leur situation. Les individus réduisent ainsi leur vulnérabilité au stress et développent leur confiance en soi ainsi que leur sentiment d'efficacité personnelle [41]; [6] (cité in [5]). Au plan des processus relationnels, ce sont les stratégies de construction de relations interpersonnelles dans l'organisation ([32]) qui sont prises en compte: s'arrêter dans le bureau des autres pour discuter, participer à des activités sociales "formelles", etc., sont des conduites qui aident les nouveaux entrants à acquérir une identité dans l'organisation, ainsi qu'un soutien social instrumental et émotionnel.

Au sortir de cette analyse des deux approches complémentaires et non opposables, rappelons que l'objectif de notre recherche était d'identifier si le type de comportement proactif permettait une meilleure intégration des nouveaux agents au sein de la Direction Générale de la Dette, afin d'améliorer le niveau de socialisation d'une part et, d'autre part montrer l'effet du comportement proactif sur la satisfaction au travail des agents de la DGD, dans le but de permettre une évaluation de l'adaptation de ces salariés dans cette structure organisationnelle. Les résultats auxquels nous sommes parvenus montrent que le phénomène de proactivité est bel et bien existant au sein de cette structure organisationnelle et quel que soit le type de service, l'âge des agents (cadres ou simple agent), de direction voire même du sexe de ces derniers, tous d'un commun accord reconnaissent une « prospective », c'est-à-dire une certaine anticipation [17] et des projets [18]; [9] qui donnent sens (orientation et signification) à ses conduites actuelles.

Ainsi, la socialisation organisationnelle n'étant plus ce phénomène inactive mais plutôt active et pluriel, parce que les activités et les objectifs qu'un salarié ou agent développe dans l'un de ses domaines de vie - familial, professionnel, social ou personnel - prennent sens dans les relations qu'ils entretiennent avec les activités et les objectifs développés dans les autres domaines de vie. Le salarié ou l'agent organise, anticipe et valorise ses activités dans un domaine "en fonction des significations qu'elles revêtent, pour lui, en d'autres domaines de sa socialisation actuelle ou à venir" comme l'indiquent [7]. Dans ce cas de figure, il y a comme un continuum au niveau des relations entre agents, ces relations ne présentent aucune rupture, qu'elles commencent dans une sphère professionnelle ou personnelle et contribuent dans une certaine mesure à renforcer les liens entre les agents et intensifient la socialisation. Avant de boucler cette conclusion, notons quand même le caractère limité de nos résultats. Résultats qui ne peuvent pas faire l'objet d'une quelconque généralisation, dans la mesure où notre échantillon a été peu représentatif. Mais cela ne remet nullement en cause l'alerte que ceux-ci révèlent, c'est dans cette optique que nous suggérons une étude beaucoup plus approfondie avec un échantillon représentatif, pour que ce phénomène de socialisation soit inscrite comme type de politique faisant partie intégrante de la Direction Générale de la Dette.

Dans l'optique de faire de cette Direction, une structure ouverte, une communication interne entre la hiérarchie et la base doit être effective et entretenue, pour l'unique raison qu'elle constitue un facteur clé de succès. Ici, les agents ne peuvent adhérer aux idées qu'ils ne connaissent pas ou ne comprennent pas non plus; la preuve est la non participation d'une majorité des agents à cette recherche. Ce constat de notre part montre un réel déficit en communication, voire un manque d'assurance de la part des agents, car la communication repose sur le supposé que les personnes ont seulement besoin d'être informées, (centrée sur le message à délivrer et pas sur l'impact et le retour du message). Notons aussi qu'une bonne communication pourrait avoir comme indicateur, un faible taux d'absentéisme des agents, par exemple, un niveau plus élevé d'innovation, un meilleur rendement en termes de dossiers traités, de prise de décisions stratégiques, et surtout un développement des relations inter personnelles, etc.

En définitive, la proactivité peut être considérée comme une attitude ou un état d'esprit tourné vers le futur [26]. indique que, « la réactivité se différencie de la proactivité, qui traduit en outre un comportement anticipateur des changements, basé sur l'observation systématique des modifications probables de l'environnement sur un ensemble de plans ». Ainsi, les stratégies proactives sont à l'origine des changements grâce par exemple à des actions d'innovation issues d'une vigilance active. Pour [10], une stratégie proactive est plus qu'offensive, au niveau des ressources humaines par exemple, l'objectif pour tout agent ici, est d'avancer dans le bon sens, vite et bien et sur des créneaux sans cesse renouvelés grâce à la mobilisation des ressources de la structure qui l'emploie, à travers une vision prévisionnelle maîtrisée et un plan de carrière initiateur.

Dans cette approche, une structure organisationnelle proactive est une structure qui adopte une démarche et une perspective d'anticipation et d'innovation à la fois plus sereines plus créatrices et plus audacieuses que dans les stratégies trivialement qualifiées de réactives. Cette idée est partagée par des auteurs tels que; [34]. Selon eux, les concepts de force stratégique et d'ambition stratégique sont à rapprocher de la notion de proactivité. Le concept de force stratégique désigne « la capacité de mobilisation par une organisation de toutes ses formes de ressources (humaines, technologiques, etc.) ». L'ambition stratégique peut se mesurer par « le différentiel de performance globale recherché (critères de résultats, de portefeuille d'activité, etc.) ». Développer l'ambition stratégique et les forces stratégiques signifie éviter les stratégies apathiques, paresseuses et suivistes. Le développement de l'ambition stratégique par la mobilisation des ressources: humaines constitue un levier pour la performance de la structure. Cette dynamique stratégique montre le processus de rétroaction de la décision de mise en œuvre stratégique actuelle sur la décision d'intention stratégique future [33]. C'est ainsi, que nous exhortons les responsables de la Direction Générale de la Dette à plus d'audace dans la mise en place de véritables études de lien entre par exemple; proactivité des agents et performance au travail ou encore proactivité et gestion prévisionnelle des emplois et des compétences ou de carrière (GPEC).

Bien qu'autrefois, il n'était pas rare de voir un salarié faire toute sa carrière dans la même structure organisationnelle, voire parfois dans le même poste il y a encore quelques années, ce n'est aujourd'hui plus le cas. En effet, différents facteurs (économique, sociétaire, financier etc.) conduisent certaines structures à revoir leurs pratiques pour mieux gérer la vie professionnelle de chacun de leurs salariés. Il s'agira de construire le parcours professionnel au travers du bilan de compétences, des entretiens individuels, du

passerport orientation formation, etc. Parmi ces pratiques, le fameux « entretien annuel », pourrait être là un moyen fiable pour l'accompagnement de chaque agent de la DGD dans son plan de carrière.

Dans un tout autre registre, nous suggérons des réels partenariats entre le monde universitaire et la Direction Générale de la Dette. Ces types d'échanges, ouvriraient aux membres de chaque organisme, la possibilité de développer une forme de confiance mutuelle qui permettrait aux agents par exemple, une certaine promptitude à chaque fois qu'ils seront sollicités dans les travaux de recherche en rapport avec le fonctionnement de leur structure, l'étude sur les conditions de travail, sur les attitudes organisationnelles, le climat d'organisation, l'ambiance de travail, etc. et les conclusions ainsi obtenues, pourraient servir de baromètre fiable dans la gestion au quotidien de certains paramètres jusqu'ici inexplorés. Et pour les experts en comportements organisationnels et autres chercheurs, ce sera un moyen de développement de la société à travers l'étude des phénomènes qui constituent le quotidien de nos administrations publiques.

REFERENCES

- [1] Adams, Ann et Bond, Senga. (2000). Hospital nurses' job satisfaction, individual and organizational characteristics. *International Journal of Nursing Studies*. Vol. 32, 3, pp. 536-543.
- [2] Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). «Assessing the work environment for creativity», *Academy of Management Journal*.
- [3] Almudever, B., Croity-Belz, S. & Hajjar, V. (1999). Sujet proactive et sujet actif: deux conceptions de la socialisation organisationnelle. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, INETOP, 28 (3), pp.421-446.
- [4] Amabile, T. M., Schatzel, E. A., Moneta, G. B., & Kramer, S. J. (2004). « Leader behaviors and the work environment for creativity: Perceived leader support », *Leadership Quarterly*.
- [5] Ashford, S.J., & Black, J.S. (1996). Proactivity during organizational entry: The role of desire for control. *Journal of Applied Psychology*, 81 (2), 199-214.
- [6] Ashforth, B.E. & Saks, A.M. (1995). Work-role transitions: A longitudinal examination of the Nicholson model. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*. 68 (2), 157-175.
- [7] Baubion-Broye, A. & Hajjar, V. (1998). Transitions psychosociales et activités de personnalisation. In *Événements de vie, transitions, construction de la personne*, Erès (Eds), 17-43.
- [8] Bell, N. E., & Staw, B. M. (1989). People as sculptors versus sculpture. In M. B. Arthur, D. T. Hall & B. S. Lawrence (Eds.), *Handbook of career theory*: 232-251. New York: Cambridge University Press.
- [9] Boutinet, J-P. (1998). *L'Immaturité de la vie adulte*. Paris, PUF, 1998, 267 p.
- [10] Chalus-Sauvannet, M-. (2000). Dynamisation du dispositif de veille stratégique pour la conduite de stratégies proactives dans les entreprises industrielles. Thèse de doctorat, Université de Lyon 2.
- [11] Cran, J. M. (2000). Proactive behavior in organizations. *Journal of Management*. 26 (3): 435-462.
- [12] Depolo, M., Fraccaroli, F. & Sarchielli, G. (1994). Le décalage entre attentes et réalité dans le processus de socialisation au travail. *Le Travail Humain*, 57 (2), 131-143.
- [13] Depolo, M., Fraccaroli, F. & Sarchielli, G. (1998). Socialisation au travail: proactivité et recherche d'informations. In *Événements de vie, transitions, construction de la personne*, Erès (Eds), 159-174.
- [14] Folkman, S. (1984). Personal control and stress and coping processes: a theoretical analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*. 46: 839-852.
- [15] Frese, M., Kring, W., Soose, A., & Zempel, J. (1996). « Personal initiative at work: Differences between East and West Germany », *Academy of Management Journal*, 1996.
- [16] Fuller, J. B., Marler, L. E., & Hester, K. (2006). Promoting felt responsibility for constructive change and proactive behavior: exploring aspects of an elaborated model of work design. *Journal of Organizational Behavior*, 27 (8), 1089-1120.
- [17] Guichard, J. & Huteau, M. (1997). *L'orientation scolaire et professionnelle*. Paris: Dunod.
- [18] Huteau, M. (1992). Les processus de définition des buts scolaires et professionnels chez les jeunes. In *Fonction des projets dans les structurations personnelles et sociales*. Toulouse: Éditions Universitaires du Sud, 15-32.
- [19] Ivancevich, J.M. et Donnelly, J.M.. (1968) « Job satisfaction research: a manageable guide for practitioners. » *Personnel Journal*. (Swarthmore, P.A) Vol. 47, No. 3, pp. 172-177.
- [20] Lacaze D. (2002), Socialisation organisationnelle, pour intégrer et fidéliser, *Entreprises et Carrières*, n°875.
- [21] Lacaze D. (2005), Vers une meilleure compréhension des processus d'intégration: validation d'un modèle d'intégration proactive des nouveaux salariés, *Revue Gestion des Ressources Humaines*, Avril-Mai-Juin, p.19-35.
- [22] Lacaze D. (2007), La gestion de l'intégration en entreprise de service: L'apport du concept de socialisation organisationnelle. *Revue Management et Avenir*, n°14, p. 9-24.
- [23] Loke, E.A. (1976). The nature and causes of job satisfaction. In Dunnette, M. (Ed). *The handbook of Organizational Psychology*. Chigaco, Rand McNally.

- [24] Locke, E.A. (1969), What is job satisfaction?. *Organizational Behavior and human Performance*. 4 (4); pp303-336.
- [25] Miller, V. & Jablin, F. M. (1991). Information Seeking during Organizational Entry: Influences, Tactics, and a Model of the Process. *The Academy of Management Review* 16 (1): 92.
- [26] Mahé De Boislandelle, H. (1998), *Gestion des Ressources Humaines dans les PME*, 2e édition revue et augmentée, Paris, Economica, janvier, 490 pages.
- [27] Morrison, E. W., & Phelps, C. C. (1999). « Taking charge at work: extrarole efforts to initiate workplace change”, *Academy of Management Journal*.
- [28] Morrison, E. W., & Milliken, F. J., (2000). « Organizational Silence: A barrier to change and development in a pluralistic world”, *Academy of Management Review*.
- [29] Morrison E.W. (2002), Newcomers’ relationships: The role of social network ties during socialization, *Academy of Management Journal*, vol. 6, p. 1149-1160.
- [30] Parker, S. K., & Collins, C. G. (2010). Taking stock: Integrating and differentiating multiple proactive behaviors. *Journal of Management*, 36 (3), 633-662.
- [31] Pérrot, S. (2001). L’entrée dans l’entreprise des jeunes diplômés. *Economica*.
- [32] Reichers, A. E. (1987). An interactionist perspective on newcomer socialization rates. *The Academy of Management Review*, 12 (2), 278-287.
- [33] Savall, H., Zardet, V. (1995). *Ingénierie stratégique du roseau: souple et enracinée*. Paris: Economica, 517 p.
- [34] Savall, H., Zardet, V. (2011). « Réussir en temps de crise -Stratégies proactives des entreprises» *Economica*, Paris, 268 p.
- [35] Smith, P.C., Kendalle, L. M. et Hulin, CL. (1969), *The measurement of satisfaction in work and retirement*. Chicago, Rand McNally.
- [36] Schein, E. H. (1971). The Individual, the Organization, and the Career: A Conceptual Scheme, *Journal of Applied Behavioral Science*, 7 (4): 401-126.
- [37] Schein E. (1979), *Career dynamics: Matching individual and organizational needs*, Adison Wesley Publishing Co.
- [38] Schneider, B. (1985). Organizational Climate and Culture. *Annual Review of Psychology*, 36:.
- [39] Spector, P. E. (1986). Perceived control by employees: A meta-analysis of studies concerning autonomy and participation at work. *Human Relations*, 11, 1005-1016.
- [40] Spector, P. E. (1992). A consideration of the validity and meaning of self-report measures of job conditions. In C. L. Cooper & I. T. Robertson (Eds.), *International review of industrial and organizational psychology* (pp. 123-151). Chichester: Wiley.
- [41] Taylor, S. E., & Brown, J. D. (1988). Illusion and well-being: A social psychological perspective on mental health. *Psychological Bulletin*, 103 (2),.
- [42] Van Maanen J. (1978), *People Processing: Strategies of Organizational Socialization*, *Organizational Dynamics*, Summer, 19-36.
- [43] Van Maanen J., Schein E.H. (1979), *Toward a Theory of Organizational Socialization*, *Research in Organizational Behavior*, 1, 209-264.

دور وسائل الإعلام في تشكيل الوعي الاجتماعي: دراسة ميدانية على عينة من طلاب كلية التربية جامعة صنعاء

[The role of media in forming social awareness: A Field study on a sample of students at the Faculty of Education in Sana'a University]

نظمية عبد السلام عثمان

باحثة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، عين سايس، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس، المملكة المغربية

Nadmih Abdulsalam Othman

PhD Researcher, Faculty of Arts and Human Sciences Ain Saiss, University of Sidi Muhammad bin Abdullah, Fez, Morocco

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The study aimed to identify the role of media in forming social awareness among Yemeni university youth. It used the descriptive survey approach and questionnaire as a research tool. It was applied to a sample of (220) students in the University of Sana'a. The study has come up with the following findings:

Yemeni youth are constantly and moderately exposed to the media, especially television, which has a role in raising the level of their social awareness. They assert that media has an effectiveness in raising social awareness, especially with regard to events of a local nature. The public's interest in pursuing social issues came as a result of poverty, unemployment, drug addiction, family bonding and disintegration, and problems of youth, woman and childhood. With respect to the topics and media materials that the Yemeni public follow, they are related to the political, economic and social situation in Yemen, and they discuss them with those around them; whether those who are interested in these issues directly such as friends and university colleagues, or indirectly such as those who meet in social councils, intellectuals and thinkers. The family and educational institutions came on the top of the list of media support in the formation and development of social awareness among youth in Yemen. The media have a mediocre role in transmitting the social cultural heritage. And the family's social dialogue has an effect on overcoming the negative influence of the media on the Yemeni youth, and on developing their attitudes, trends and social values.

KEYWORDS: media, means of mass communication, social awareness, youth, motives.

ملخص: هدفت الدراسة إلى التعرف على دور وسائل الإعلام في تشكيل الوعي الاجتماعي لدى الشباب الجامعي اليمني، واستخدمت المنهج الوصفي المسحي، وتم استخدام الاستبانة كأداة للبحث، طُبقت على عينة مكونة من (220) طالباً وطالبة من الدارسين في جامعة صنعاء، وتوصلت الدراسة إلى النتائج الآتية: يتعرض الشباب اليمني بشكل دائم ومتوسط لوسائل الإعلام، خاصة التلفزيون الذي له دور في رفع مستوى الوعي الاجتماعي لديهم، ويؤكدون بأن وسائل الإعلام لها فاعلية في زيادة الوعي الاجتماعي خاصة فيما يتعلق بالأحداث ذات الطابع المحلي، وجاء اهتمام الجمهور بمتابعة القضايا الاجتماعية، من هذه القضايا: الفقر والبطالة والإدمان والمخدرات، والترابط والتفكك الأسري، ومشاكل الشباب والمرأة والطفولة. أما بالنسبة للموضوعات والمواد الإعلامية التي يتابعها الجمهور اليمني فترتبط بالوضع السياسي والاقتصادي والاجتماعي في اليمن، ويناقشونها مع من حولهم سواء أولئك الذين يهتمون بهذه القضايا بشكل مباشر كالأصدقاء وزملاء الجامعة أو بشكل غير مباشر مثل من يلتقونهم في المجالس الاجتماعية والمثقفين والمفكرين، وجاءت الأسرة والمؤسسات التعليمية على رأس قائمة الوسائل المساندة لوسائل الإعلام في تكوين وتنمية الوعي الاجتماعي لدى الشباب في اليمن. وأن وسائل الإعلام لها دور متوسط في نقل التراث الثقافي الاجتماعي؛ وأن الحوار الأسري الاجتماعي له تأثير في تجاوز التأثير السلبي لوسائل الإعلام على الشباب، وتنمية المواقف والاتجاهات والقيم الاجتماعية لدى الشباب اليمني.

كلمات دلالية: الإعلام، وسائل الاتصال الجماهيري، الوعي الاجتماعي، الشباب، الدوافع.

1. مقدمة

تحول الإعلام اليوم من مجرد نقل المعلومات والأفكار إلى الإسهام الفعلي في تكوين وعي الجمهور بأبعاده الاجتماعية، والسياسية والثقافية، والاقتصادية لما له من قدرة على دعم المعارف والاتجاهات والسلوكيات لدى الأفراد والجماعات أو تعديلها أو تغييرها، وفي ظل هذا التحول يمكن تقرير حقيقة غاية في الأهمية هي أن ما أثارتته وسائل الإعلام من مناقشات وأبحاث ودراسات يتحدد بدرجة كبيرة في عملية التأثير وتبادل المعارف والثقافات في المجتمع وإعادة التشكيل الثقافي للإنسان من خلال الأوعية الإعلامية المختلفة والتقنيات المتطورة والتي عجز الإنسان أمام قدراتها عن متابعة ما تقدمه والإحاطة به ولو في حدود حاجته واهتمامه.

وفرض تأثير وسائل الإعلام في الآونة الأخيرة على الباحثين والمتخصصين في مجال الاتصال والإعلام البحث في العلاقة القائمة بين هذا التخصص وتخصصات أخرى ذات صلة في محاولة للغور في طبيعة الدور الذي يمكن أن تلعبه وسائل الإعلام في تفعيل العلاقات بينها وبين جمهورها؛ وإبراز الدور الوظيفي لوسائل الإعلام في تبين أهمية العديد من القضايا المؤثرة في حياة الأفراد والمجتمعات ونشر الوعي بشأنها.

وقد أدى الاهتمام المتزايد بالبحث في هذه العلاقة المتبادلة إلى ظهور عديد التخصصات الجديدة التي تبرز خصوصية هذه العلاقة فيما يتعلق بعمليات الوعي المعرفي والسلوكي للقضايا الحساسة كالاقتصادية منها، حيث تعد وسائل الإعلام مصدراً رئيساً يلجأ إليه الجمهور في استقاء معلوماته عن كافة القضايا السياسية، والثقافية، والاجتماعية بسبب فاعليته الاجتماعية وانتشاره الواسع وقدرته على التأثير وتشكيل الوعي الاجتماعي بصورة كبيرة وسريعة.

وبما أن الشباب اليمني - ضمن منظومة الشباب العربي - هو أكثر فئات المجتمع تأثراً بعمليات التفاعل والتأثير الإنساني المتبادل أو تأثيرات الغزو الثقافي؛ نتيجة للانفجار المعرفي الهائل، وتطور تكنولوجيا وسائل الإعلام التي تمثل متغيراً اجتماعياً، وثقافياً مهماً في حياة الشباب، ومصدراً رئيسياً للمعلومات والتعلم، وأحد مصادر عمليات تشكيل الوعي الاجتماعي في عصر العولمة الإعلامية [1]، خاصة أن من أهم وظائف هذه الوسائل تكوين الآراء والاتجاهات وتهئية العقل العربي لتقبل النموذج الغربي أو الترويج للثقافة الغربية الأمريكية، وإيجاد نموذج حضاري يهدف إلى محو الهوية الوطنية والغاء النسيج الحضاري والاجتماعي للشعوب في العالم.

2. مشكلة الدراسة

تنبع مشكلة الدراسة من أثر مضامين المادة الإعلامية على الوعي المعرفي والوجداني والسلوكي للجمهور المستهدف خاصة فئة الشباب، وتكوين اتجاهاتهم وقيمهم وسلوكهم، ومن هنا تتحدد مشكلة الدراسة في التساؤل التالي: ما هو دور وسائل الإعلام في تشكيل الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني؟.

3. أسئلة الدراسة

تسعى الدراسة للإجابة بطريقة منهجية على عدة تساؤلات متفرعة من مشكلة الدراسة:

1. ما حجم تعرض الشباب اليمني لوسائل الإعلام؟
2. ما هي عادات وأنماط تعرض واستخدام الشباب اليمني لوسائل الإعلام؟
3. ماهي أسباب ودوافع تعرض واستخدام الشباب اليمني لوسائل الإعلام؟
4. ما الوسائل الإعلامية الأكثر شيوعاً التي يتعرض لها الشباب اليمني؟
5. ما مستوى إدراك الشباب في اليمن للقضايا الاجتماعية في هذه الوسائل؟
6. ما هو دور وسائل الإعلام في تكوين الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني؟

4. أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي من أهداف:

1. التعرف على دور وسائل الإعلام في تشكيل الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني.
2. رصد اتجاهات الشباب وتفاعلهم مع القضايا الاجتماعية التي تطرحها وسائل الإعلام.
3. معرفة العوامل المحددة لتكوين معارف واتجاهات وسلوكيات الشباب تجاه القضايا الاجتماعية.
4. الوصول إلى نتائج تمكن من تقديم توصيات تساهم في تحقيق المصلحة العامة للمجتمع اليمني.

5. حدود الدراسة

تحددت الدراسة في:

1. معرفة دور وسائل الإعلام في تشكيل الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني.
2. عينة من طلبة جامعة صنعاء بالجمهورية اليمنية.

أولاً: الإطار النظري للدراسة

6. مفاهيم الدراسة

6.1 مفهوم الإعلام

يعرف الإعلام بأنه " النقل الحر والموضوعي للأخبار، والمعلومات، والوقائع بصورة صحيحة بإحدى وسائل الإعلام مستهدفا العقل، ولا يهدف لأي غرض سوى الإعلام ذاته (لغرض التمييز بينه وبين الدعاية) [2]. كما يعرف الإعلام بأنه هو: " نشر الحقائق والأفكار والآراء بين الجماهير بوسائل الإعلام المختلفة، كالصحافة والإذاعة والسينما والمحاضرات والندوات والمؤتمرات والمعارض وغيرها بغية التوعية والإقناع وكسب التأييد" [3] ، في حين يرى الباحث في مجال الإتصال (Firnand Tiro) أن الإعلام هو " نشر الوقائع والآراء في صيغة مناسبة بواسطة الألفاظ أو الصوت أو الصور، بصفة عامة بواسطة جميع العلامات والإشارات التي يفهمها الجمهور [4]".

6.2 مفهوم وسائل الإعلام

يقصد بوسائل الإعلام Mass media جميع الوسائل والأدوات التي تنقل إلى الجماهير المتلقية ما يجري من حولها عن طريقة السمع والبصر [5]، وهناك من يرى أن وسائل الإعلام هي: التي تتجسد في الراديو، والتلفزيون، والصحف والمجلات، والكتب، والسينما، والإعلان، وهي من أهم المؤسسات المرجعية التي تؤثر في شخصية، وقيم، وأفكار، وممارسة الشباب على مستوى الأمد البعيد [6].

6.3 مفهوم الدور

يشير مصطلح الدور إلى السلوك الاجتماعي للفرد في وضع معين، وتفترض نظرية الدور أن الأفراد في وضع اجتماعي معين سوف يتصرفون وفقا لتوقعاتهم وتوقعات الآخرين من حولهم عن دورهم في المجتمع [7]. إن انتماء الفرد إلى جماعة معينة، تحدد له " مكانة محددة داخله، ويكون له مرتبة محددة، ويخصص له دور يتعين عليه تأديته" [8] ، ويمكن اشتقاق دور معنوي لجهات وهيئات ووسائل، كالحديث عن دور وسائل الإعلام في تشكيل الرأي العام نحو قضية معينة، أو تركيزه على قضايا أخرى، أو تجاهله لشؤون وملفات محددة، وبحكم كون الدور مجموعة مركبة ومعقدة من القواعد، فلا يمكن أن نجد أن أحدا يؤدي دورا معينا بالكيفية نفسها التي يؤديها شخص آخر، فالدور وأداء الدور لا يتطابقان [9] ؛ وإذا ما نقلنا فكرة الدور إلى وسائل الإعلام، نجد ترابطا بنيوية بين الجملتين حتى في إطار مفاهيمي، إذ نسمع عن دور الإعلام في التنمية، أو في المشاركة السياسية، أو في الكشف عن قضايا الفساد؛ ونجد غالباً تساؤلات يطرحها أصحابها تتصل بقيام وسائل الإعلام بدورها أو أنها مقصرة في تأديته [10].

6.4 مفهوم الوعي الاجتماعي

يعرف الوعي بأنه "عملية عقلية ووجدانية تشمل الجانبين المعرفي والوجداني، وإن كان الجانب المعرفي يحتل المقام الأول من الوعي، لكنه ليس معرفيا بحتا، إذ أنه يقع في الجانب الوجداني [11]"، ويعرفه (جريفن Griffin) بأنه "يشتمل على خبرة التفكير حول شيء معين بما في ذلك التعرف على العلاقات القائمة بين الأشياء والأحداث التي تفكر بشأنها [12]"، كما يعرف الوعي الاجتماعي، في دائرة المعارف البريطانية بأنه " الفهم وسلامة الإدراك، ويقصد بالإدراك هنا معرفة الإنسان لنفسه، والمجتمع الذي يعيش فيه [13]" ؛ ويعرف الوعي الاجتماعي أنه "مجموعة المفاهيم والتصورات والآراء والمعتقدات الشائعة لدى الأفراد في بيئة اجتماعية معينة، والتي تظهر في البداية بصورة واضحة لدى مجموعة منهم ثم تنبئها لإقناع الآخرين بأنها تعبر عن موقفهم" [14].

6.5 الإعلام وتشكيل الوعي الاجتماعي

يشمل الإعلام جميع أوجه الأنشطة الاتصالية التي تعمل على تزويد الإنسان بجميع الحقائق والمعلومات المعرفية، باعتبار أن الاتصال هو قوة محركة للمجتمع بحيث يؤدي إلى حركة المجتمع حركة تفاعلية مؤثرة ومتأثرة، فالإتصال عملية اجتماعية، وتجرى في بيئة معينة، تؤثر فيها وتتأثر بها، وهناك تفاعل بين الاتصال والمجتمع [15]، ويشير باحثون إلى أن أهمية الدور الذي يقوم به الإعلام، يتوقف على طبيعة العلاقة بينه وبين النظامين السياسي والاجتماعي السائدين في أي بلد [16]؛ ويتزايد دور وسائل الإعلام في الوقت الراهن في تنمية وعي الأفراد وزيادة معلوماتهم وتطلعاتهم وتشكيل وعيهم، حيث تؤثر هذه الوسائل في الطريقة التي يدرك بها الأفراد والأمور، كما وترسم الصورة الذهنية لدى الأفراد عن الدول، والمواقف، والقضايا، والأحداث، ويبرز عالم الاجتماع " ميلز Mills " خطورة وسائل الإعلام الجماهيرية Mass communication وكيفية تأثيرها في صياغة، وتشكيل أفكار الأفراد والتأثير في آرائهم وتكوين وعيهم، حيث قال: "إن جانباً ضئيلاً فقط مما تعرفه من حقائق اجتماعية عن العالم قد توصلنا إليه بأنفسنا، والجانب الأكبر عن طريق وسائل الإعلام، والاتصال الجماهيري [17]"، وهكذا نجد أن للإعلام تأثير واضح على تشكيل الوعي الاجتماعي، حيث يعمل النظام الإعلامي للمجتمع من خلال ما يتبناه من اتجاهات فكرية، وأيديولوجية، وطبقية على صياغة وعي الأفراد، ويعتمد ذلك على وسائل الإعلام نفسها، وأساليب تلك الوسائل في معالجة الرسالة الإعلامية [1].

6.6 الإعلام والشباب

يرتبط النشاط الإعلامي بجملة من الشروط الاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية، والثقافية، التي تصبغها بنوع وتوجهات الفكر الذي يعبر ويخدم مصالح القوى المتحكمة فيه، ومن ثم يمكن القول: " أن المؤسسة الإعلامية لا تنشأ من فراغ، ولا تعمل إلا ضمن الإطار العام المرسوم لها، ووفق الأهداف التي تسعى إلى تحقيقها، وفي هذا السياق يجب التنبيه إلى أن الخطاب الإعلامي للمؤسسة الإعلامية يتأثر بالمجتمع الذي ينتمي إليه، وبما يحمله هذا المجتمع من قيم، وأفكار، واتجاهات، وتسهم جميعها في تحديد شكل ومضمون الخطاب الإعلامي عبر وصوله إلى الجماهير [18]، وما يرتبط بها من ترتيب الأجندة قضايا الحياة المجتمعية، وتوظيفها الخدمة سياسات الأنظمة فيها، وبالتالي فإن التأثير السلبي لوسائل الإعلام الوافدة من الخارج مرهون إلى حد كبير بوجود عيوب في المضمون الثقافي لوسائل الإعلام؛

وبما أن الشباب اليمني كجزء من منظومة الشباب العربي يعيش أزمة ما يسمى بالتغيير والتحديث وما تستدعيه من مواجهة العديد من الظواهر السلبية التي تتعلق بالمحيط الاجتماعي الذي تسوده جملة من القيم الرديئة، والتناقض الثقافي، والفوضى الاقتصادية، والفقر، والتسلط، والانحراف بكل صوره وأشكاله وأنواعه، في عصر تتزاحم فيه وسائل الإعلام العالمية وشبكات الإنترنت الدولية على بث أكبر قدر ممكن من المعلومات المختلفة؛ وفي ظل سياسة الانفتاح في عصر عولمة الإعلام ومحاولات أصحاب القوة والنفوذ نشر أفكارهم وتسويق توجهاتهم، " أصبح الشباب أكثر عرضة للأفكار المتناقضة والمعلومات المتجددة التي أصابت قدرتهم على تحديد خياراتهم وأولويات مجتمعهم واحتياجاته منها، مما يجعلهم يستمدون من هذه السماوات المفتوحة، سلوكهم، ونمط تفكيرهم، وأسلوب حياتهم بحيث يصبح التقليد والمحاكاة لمظاهر الحياة الغربية نمط اجتماعيا سائدا في حياتهم اليومية وسلوكا متحضرا في عملية التثقيف [19]؛ وهذا الأمر يعكس حالة قصور في الدور المفترض لوسائل الإعلام العربية المختلفة ومنها اليمنية التي لا تزال عاجزة حتى الآن عن بلورة خطاب إعلامي للشباب، ينطلق من رؤى جديدة للدور الهام الذي لعبه ويلعبه الشباب في المجتمع ، بل إن تلك الوسائل تقوم بعرض كما هائلا من المواد والبرامج والمعلومات التي تعكس في مجموعها توجهها يختلف عن الحاجات التنموية والاجتماعية والثقافية للمجتمع اليمني، وخاصة فئة الشباب، فهي تعكس ثقافة استهلاكية عادية وتروج لمفاهيم مختلفة عن واقع الشباب وقضاياه، مما يؤدي إلى زيادة الفجوة والهوة بين الشباب ومجتمعهم [20].

6.7. الإعلام وقضايا المجتمع

أبرز التطور الهائل لتقنيات الإعلام والاتصال على المستوى الكوني ظاهرة تحول حضاري، بحيث يترك العصر الصناعي ومجتمع الاستهلاك تدريجيا مكانهما لما يسمى مجتمع الاتصال، و" لقد أثار هذا التدفق الإعلامي والثقافي القادم من الغرب وتحديدًا الولايات المتحدة الأمريكية قلقا عالميا، باعتبار الظاهرة الإعلامية من أخطر الظواهر تهديدا للأمن الثقافي، والأيديولوجي، والوحدة والهوية داخل الإقليم الوطني للدولة [21]."

7. نظريات التأثير الإعلامي في تشكيل الوعي

اعتمدت الباحثة على نظرية الاستخدامات والإشباع **Uses and Gratification Theory** أو كما تسمى (مدخل الاستخدام والإشباع)، وهي من نظريات التأثير غير المباشر التي تركز على استخدامات الجمهور لوسائل الاتصال، ومدى اعتماده على هذه الوسائل كما تركز على العلاقة التفاعلية بين وسائل الاتصال والمجتمع.

فروض نظرية الاستخدامات والإشباع وأهدافها [22]: تعتمد نظرية الاستخدامات والإشباع على مجموعة فروض أساسية وضعها (إلياهو كاتز) وكل من (بلومر) و (جوفيتش) ويمكن إجمال هذه الفروض في:

- إن جمهور وسائل الإعلام يتسم بالإيجابية والفاعلية ويستخدم هذه الوسائل لتحقيق أهداف معينة خاصة به.
 - أن جمهور وسائل الإعلام هو الذي يقوم بالدور الرئيسي في إشباع احتياجاته من وسائل الإعلام حيث يربط بين إشباع حاجاته واختياره للوسائل التي تشبع هذه الحاجات.
 - تتنافس وسائل الإعلام مع مصادر أخرى في إشباع حاجات الأفراد المتعددة والمتنوعة.
 - أن جمهور وسائل الإعلام قادر على تحديد أهدافه واهتماماته ومن ثمة فهو قادر على تحديد واختيار المضمون الذي يلبي حاجاته.
- ويحقق منظور الاستخدامات والإشباع ثلاثة أهداف رئيسية تتمثل في [22]:

- السعي لاكتشاف كيف يستخدم الأفراد وسائل الإعلام وذلك بالنظر إلى الجمهور النشط الذي يستطيع أن يختار ويستخدم الوسائل التي تشبع حاجاته وتوقعاته.
 - شرح دوافع التعرض لوسيلة معينة من وسائل الإعلام والتفاعل الذي يحدث نتيجة هذا التعرض.
 - التأكيد على نتائج استخدام وسائل الإعلام بهدف فهم عملية الاتصال الجماهيري.
- وترتكز نظرية الاستخدامات والإشباع على مجموعة من العناصر تمثل محور النظرية وهي [23]:

أولاً: افتراض الجمهور النشط: تفترض النظرية أن الجمهور هو الذي يبحث عن المضمون الإعلامي المناسب له، ويتحكم في اختيار الوسيلة الاتصالية، التي تقدم المحتوى الذي يناسب اهتماماته.

ثانياً: الأصول النفسية والاجتماعية لمستخدمي وسائل الإعلام: " لقد أدى ظهور مفهوم الإدراك الانتقائي المرتكز على الفروق الفردية إلى افتراض أن الأنماط المختلفة من البشر يختارون الأنشطة بأنفسهم ويفسرون وسائل الإعلام بطرق متنوعة ومتباينة، أي أن العوامل النفسية يمكن أن تؤدي إلى وجود حوافز وأن تحدد أصول كثير من استخدامات وسائل الإعلام [24]."

ثالثاً: دوافع استخدام الجمهور لوسائل الإعلام: تعتبر الحاجات والدوافع من العوامل المحركة للاتصال، وبصفة خاصة تلك الحاجات والدوافع التي يتوقع الفرد أن يشبعها ويلبىها له الآخرون للتكيف مع البيئة ، وبشكل عام فإن الدوافع كما قسمها (روبن Rubin) تنقسم إلى فئتين هما [23]:

- دوافع وظيفية نفعية؛ وتعني اختيار الفرد لنوع معين من المضمون، ووسيلة إتصالية معينة لإشباع حاجاته من المعلومات والمعرفة.
- دوافع طقوسية؛ وتستهدف تمضية الوقت، التنفيس، والاسترخاء، والهروب من الروتين اليومي والمشكلات.

رابعاً: استخدامات الجمهور لوسائل الإعلام: إن مفهوم الاستخدام يتجاوز مجرد التعرض إلى وسائل الإعلام إلى توظيف كل العوامل المرتبطة بالاستخدام في اكتساب الفائدة أو تحقيق العائد الذي يمكن أن يتوحد في إطار مفهوم الإشباع من جانب المتلقي والتأثير من جانب وسائل الإعلام.

خامساً: إشباعات الجمهور من وسائل الإعلام: يقسم (لورانس وينر) الإشباعات إلى نوعين هما [23]:

- إشباعات المحتوى : وتنتج نتيجة التعرض لمحتوى وسائل الإعلام ، وهي نوعين إشباعات توجيهية وتتمثل في مراقبة البيئة والحصول على المعلومات، وإشباعات إجتماعية والمراد بها ربط المعلومات التي يتحصل عليها الفرد بشبكة علاقاته الاجتماعية.
- الإشباعات العملية : وتنتج عن عملية الاتصال بوسيلة محددة، وهي نوعين: إشباعات شبه توجيهية وتتحقق من خلال تخفيف الإحساس بالتوتر، والدفاع عن الذات، وتنعكس في برامج التسلية والترفيه، الإثارة . إضافة إلى ذلك هناك الإشباعات شبه الاجتماعية مثل التوحد مع شخصيات وسائل الإعلام، وتزيد هذه الإشباعات مع ضعف علاقات الفرد الاجتماعية وإحساسه بالعزلة.

إن مجالات الاستفادة من هذه النظرية تتمثل في معرفة كيفية استخدام الجمهور وسائل الاتصال، ومعرفة سبب تعرضهم لها، ثم معرفة هل ساهم هذا التعرض في تحقيق حاجاتهم الاتصالية أم لا.

ثانياً: الدراسة الميدانية

تندرج هذه الدراسة ضمن البحوث الإستطلاعية الوصفية التي تهدف في إطارها الميداني التعرف على طبيعة دور الإعلام في تشكيل الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني، واستكشاف النتائج المترتبة على متابعة الجمهور لوسائل الإعلام ومنها أنماط السلوك الاجتماعي ومستوى الإدراك للقضايا الأساسية، وتتمثل إجراءات الدراسة الميدانية فيما يلي:

8. منهجية الدراسة

إن المنهج هو مجموعة من القواعد التي يتم وضعها بقصد الوصول إلى الحقيقة في العلم أو هو الطريقة التي يتبعها الباحث في دراسته للمشكلة من أجل إكتشاف الحقيقة [25]، وعليه فإن المنهج الأكثر ملائمة لهذه الدراسة هو منهج المسح بالعينة، والذي يعد أحد الأشكال الخاصة بجمع المعلومات عن حالة جمهور وسائل الإعلام " سلوكهم وإدراكهم ومشاعرهم واتجاهاتهم في إطارها الوصفي أو التحليلي [26]"؛ ويطبق منهج المسح عادة على نطاق جغرافي كبير أو صغير، وقد يكون مسحا شاملا أو عن طريق العينة كما هو الحال في هذه الدراسة [27]، كما اعتمدت الباحثة أيضا على المنهج الإحصائي الرياضي من أجل تطبيق النتائج المتحصل عليها وتبويبها للحصول على دلالات اجتماعية فسرت بها آراء واتجاهات المبحوثين.

9. أداة الدراسة

وتعني " الوسيلة " التي تجمع بها المعلومات اللازمة للإجابة عن تساؤلات البحث، حيث تم تصميم إستمارة استبيان وفقا لمشكلة الدراسة تغطي أهداف الدراسة من خلال تساؤلات شملت 25 سؤالاً توزعت على المحاور التالية:

1. محور يشمل البيانات السوسيوديمغرافية للمبحوثين وهي الجنس والتخصص والمستوى التعليمي، والحالة الاجتماعية والسكن ودخل الأسرة.
2. استخدامات المبحوثين من أفراد العينة لوسائل الإعلام.
3. عادات وأنماط استخدام هذه الوسائل.
4. معرفة طبيعة الإشباعات البيئية المحققة.
5. تقييم وسائل الإعلام ودورها في نشر الوعي الاجتماعي.

10. مجتمع وعينة الدراسة

قامت الباحثة بتطبيق الدراسة ميدانيا على عينه طبقية عشوائية من طلبة كلية التربية - صنعاء والتي بلغ قوامها 220 مفردة وذلك بعد استبعاد 10 استمارات لعدم صلاحيتها ، وقد تم توزيع عينه الدراسة الميدانية توزيعا نسبيا بين طلاب وطالبات كلية التربية، والجداول التالي يوضح خصائص عينة الدراسة:

جدول (1) يبين خصائص عينة الدراسة

المتغير	النوع	التكرار	النسبة%	المجموع
الجنس	ذكر	108	49.10%	220
	أنثى	112	50.90%	
التخصص	علم الاجتماع والفلسفة	20	9.09%	220
	لغة عربية	24	10.90%	
	لغة إنجليزية	33	15%	
	رياضيات	30	13.63%	
	كيمياء	29	13.18%	
	فيزياء	29	13.18%	
	جغرافيا	29	13.18%	
	تاريخ	26	11.81%	
	علم الاجتماع والفلسفة	20	9.09%	
المستوى الدراسي	المستوى الأول	70	31.81%	220
	المستوى الثاني	57	25.90%	
	المستوى الثالث	49	22.27%	
	المستوى الرابع	44	20%	
الحالة الاجتماعية	أعزب	144	65.45%	220
	متزوج	53	24.09%	
	مطلق	16	7.27%	
	أرمل	7	3.18%	
السكن	شقة	90	40.90%	220
	منزل عائلي	122	55.45%	
	فيلا	8	3.63%	
دخل الأسرة	أقل من 100 دولار	21	9.54%	220
	ما بين 100 – 150 دولار	90	40.90%	
	ما بين 150 – 200 دولار	84	38.18%	
	ما بين 200 – 250 دولار	15	6.81%	
	أقل من 100 دولار	21	9.54%	

11. نتائج الدراسة

11.1. حجم تعرض الطلاب لوسائل الإعلام

جدول (2) يبين معدل تعرض أفراد عينة الدراسة لوسائل الإعلام

البند	التكرار	النسبة
دائما	132	60%
أحيانا	75	34.09%
نادرا	13	5.90%
لا أتابعها	/	/
المجموع	220	100%

يوضح الجدول أعلاه، أن (60%) من أفراد العينة يتعرضون بشكل دائم لوسائل الإعلام، فيما أوضح (34.09%) منهم أنهم يتعرضون أحيانا لوسائل الإعلام، فيما قال (5.90%) من أفراد العينة بأنهم نادرا ما يتعرضون إلى وسائل الإعلام.

جدول (3) يبين مدة تعرض أفراد عينة الدراسة لوسائل الإعلام

النسبة	التكرار	البند
4.09%	9	أقل من ساعة
6.81%	15	من ساعة إلى ساعتين
30%	66	من ساعتين إلى أربع ساعات
49.09%	108	من أربع إلى ست ساعات
10%	22	أكثر من ست ساعات
100%	220	المجموع

يوضح الجدول أن نسبة (49.09%) من أفراد العينة يتعرضون لوسائل من أربع إلى ست ساعات، أما نسبة من يتعرضون لوسائل الإعلام من ساعتين إلى أربع ساعات فهي (30%)، وبلغت نسبة من يتعرضون لوسائل الإعلام لأكثر من ست ساعات (10%) من أفراد العينة، بينما كانت نسبة الذين يتعرضون لوسائل الإعلام من ساعة إلى ساعتين (6.81%)، فيما بلغت نسبة من يتعرضون لأقل من ساعة (4.09%) من أفراد العينة.

جدول (4) يبين أسباب ودوافع تعرض أفراد عينة الدراسة لوسائل الإعلام

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	84.54%	186	لمتابعة الأحداث المحلية
2	80.90%	178	لمتابعة المسلسلات والأفلام
3	75.45%	166	لتنمية معلوماتي السياسية والثقافية
4	59.45%	131	لمتابعة الأحداث العالمية
5	54.09%	119	لمتابعة الشئون الرياضية
6	50.90%	112	للحصول على معلومات تفيدني في اتخاذ القرارات في حياتي العملية
7	44.09%	97	لمتابعة المواضيع والقضايا الاجتماعية
8	30.45%	67	زيادة المعرفة بطرق الحفاظ على الصحة والجمال ومتابعة الأزياء والموضة
9	24.54%	54	التعرف على ثقافات وعادات وتقاليد الشعوب الأخرى
10	22.27%	49	لزيادة المعرفة الدينية
11	14.54%	32	للتسلية والترفيه وتمضية الوقت

رغم تعدد أسباب ودوافع أفراد العينة لوسائل الإعلام إلا أن الأحداث المتسارعة التي تشهدها الساحة اليمنية تستقطب اهتمام عينة الدراسة، فقد احتلت متابعة الأحداث المحلية المرتبة الأولى في الدوافع والأسباب بنسبة (84.54%)، وجاءت متابعة المسلسلات والأفلام في المرتبة الثانية بنسبة (80.90%)، ثم تنمية المعلومات الثقافية والسياسية في المرتبة الثالثة بنسبة (75.45%)، ثم متابعة الأحداث العالمية بنسبة (59.45%)، تليها الرياضية بنسبة (54.09%)، وجاء في آخر القائمة زيادة المعرفة الدينية بنسبة (22.27%)، والتسلية والترفيه وتمضية الوقت بنسبة (14.54%)؛ وهذا يعكس الواقع اليمني بظروفه السياسية والاجتماعية التي تشكل الاهتمام الأعظم لغالبية أفراد المبحوثين بالبرامج السياسية التي تتناول الأحداث المحلية، والتي تنمي المعلومات الثقافية والسياسية للمبحوثين، وتدل أيضاً على مدى الوعي بالقضايا الاجتماعية والاهتمام بالأحداث المحلية.

جدول (5) يبين ترتيب وسائل الإعلام من حيث أهميتها لأفراد عينة الدراسة

النسبة	التكرار	البند
51.81%	114	التلفزيون
35%	77	الصحف والمجلات
41.36%	91	الإذاعة
75.90%	167	المواقع الإعلامية الإلكترونية
68.63%	151	مواقع التواصل الاجتماعي
100%	220	المجموع

وحول ترتيب وسائل الإعلام حسب أهميتها للجمهور جاء المواقع الإلكترونية في المرتبة الأولى بنسبة (75.90%)، ثم وسائل التواصل الاجتماعي بنسبة (68.63%)، ثم التلفزيون بنسبة (51.81%)، فيما جاء الراديو في المرتبة الرابعة بنسبة (41.36%)، وأخيراً الصحف والمجلات بنسبة (35%).

11.2. دور وسائل الإعلام في الوعي الاجتماعي للطلاب

جدول (6) يبين درجة فعالية وسائل الإعلام على زيادة الوعي الاجتماعي بشكل فعال

النسبة	التكرار	البند
35.90%	79	كبيرة
59.09%	130	متوسطة
5%	11	ضعيفة
100%	220	المجموع

جاء تأكيد (59.09%) من المبحوثين على أن وسائل الإعلام تؤثر في زيادة الوعي الاجتماعي بشكل فعال، ولكن درجة الفاعلية بشكل متوسط، بينما أكد (35.90%) من المبحوثين على أنها كبيرة، بينما أشار (5%) فقط من المبحوثين على أنها ضعيفة.

جدول (7) يبين أكثر وسيلة تفيد في تنمية الوعي الاجتماعي

النسبة	التكرار	البند
51.36%	113	التلفزيون
8.63%	19	الصحف والمجلات
18.63%	41	الإذاعة
13.63%	30	المواقع الإعلامية الإلكترونية
7.72%	17	مواقع التواصل الاجتماعي

جاءت القنوات التلفزيونية على رأس الوسائل الإعلامية في قدرتها على تنمية الوعي الاجتماعي بنسبة (51.36%)، نظرا لما تتمتع به من إمكانيات بفضل تقدم التكنولوجيا ووسائل الاتصال الإنساني، وما يرتبط بها من سرعة في نقل ومتابعة وتحليل الحدث؛ ثم جاءت الإذاعات في المرتبة الثانية بنسبة (18.63%)، ثم المواقع الإعلامية بنسبة (13.63%)، فيما جاءت الصحف والمجلات في الترتيب قبل الأخير بنسبة (8.63%)، واحتلت مواقع التواصل الاجتماعي الترتيب الأخير في تنمية الوعي بنسبة (7.72%) من مجموع المبحوثين.

جدول (8) يبين الوسائل المساندة لوسائل الإعلام في نشر الوعي الاجتماعي

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	60.90%	134	الأسرة
2	52.72%	116	المؤسسات التعليمية
3	40%	88	المثقفون والمفكرون
4	34.45%	76	المساجد
5	33.18%	73	الأندية والمنتديات والمراكز الرياضية والاجتماعية والثقافية
6	10.90%	24	مؤسسات المجتمع المدني
7	6.81%	15	المؤسسات الحكومية العاملة في المجال الاجتماعي
8	5.45%	12	علماء الدين

بسؤال المبحوثين عن احتياج وسائل الإعلام إلى وسائل أخرى مساندة لنشر الوعي الاجتماعي أكد (89.09%) من المبحوثين أنها بحاجة إلى وسائل مساعدة حيث احتلت الأسرة الترتيب الأول بنسبة (60.90%)، تلتها المؤسسات التعليمية بنسبة (52.72%) بفارق عن المثقفين والمفكرين التي بلغت نسبة (40%)، بينما جاءت المساجد في المرتبة الرابعة بنسبة (34.54%)، فيما تذييل علماء الدين القائمة بنسبة (5.45%).

جدول (9) يبين تأثير وسائل الإعلام على السلوكيات والأخلاق

النسبة	التكرار	البند
76%	167	تأثير إيجابي
24%	53	تأثير سلبي
100%	220	المجموع

وبسؤال المبحوثين عما إذا كانت وسائل الإعلام تؤثر سلباً أو إيجاباً عن السلوكيات والأخلاق، أكد (76%) من المبحوثين على أن لها تأثيراً إيجابياً، بينما أكد ما نسبته (24%) من أفراد العينة بأن لها تأثيرها سلبياً عليها.

جدول (10) يبين إضافات وسائل الإعلام المعلومات جديدة

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	75%	165	أضافت لدي معرفة ببعض القضايا الاجتماعية
2	54.54%	120	سلوكيات جديدة على المستوى الاجتماعي
3	35%	77	تعلمت طرق جديدة عن الحياة العائلية
4	30%	66	أكلات وطرق جديدة في الطهي والطبخ
5	20.45%	45	كيفية الحفاظ على الصحة والجمال
6	11.81%	26	تعرفت على قضايا الأزياء والموضة
7	5.45%	12	الاستهلاك والشراء من خلال الإعلانات
8	5%	11	لم تضيف لي شيء جديد

أشار المبحوثون وبنسب متفاوتة حول ما اضافته لهم وسائل الإعلام من معلومات جديدة، حيث أبدى (75%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام أضافت لديهم معرفة ببعض القضايا الاجتماعية في حين أكد (54.54%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام أضافت إليهم سلوكيات جديدة على المستوى الاجتماعي، في حين أوضح (35%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام علمتهم طرق جديدة على المستوى العائلي، فيما بين (30%)، من أفراد العينة أن هذه الوسائل أعطتهم معلومات وطرق جديدة في الطبخ وطهي الطعام، في حين أشار (20.45%) أنها أمدتهم بمعلومات حول كيفية الحفاظ على الصحة والجمال، وأنخفضت النسبة إلى (11.81%) في مجال الأزياء والموضة، وإلى (5.45%) في مجال السلع والاستهلاك عبر الإعلانات، فيما قرر (5%) انها لم تضيف إليهم أي شيئاً جديداً.

11.3. مستوى إدراك الفرد والمجتمع للقضايا الأساسية ودور وسائل الإعلام في بلورة الوعي

جدول (11) يبين القضايا التي تقدمها وسائل الإعلام وتهم أفراد عينة الدراسة

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	70%	154	الفقر والبطالة
2	60%	132	الإدمان والمخدرات
3	59.09%	130	الترايب والتفكك الأسري والإنحلال الاجتماعي
4	55.90%	123	مشاكل الشباب والمراهقين
5	50.90%	112	المرأة والطفولة
6	49.09%	108	الزواج والطلاق
7	45%	99	التراث
8	40.90%	90	العنصرية والتمايز الطبقي
9	39.54%	87	الفساد والوساطة والمحابة
10	38.63%	85	العنف والتطرف الحزبي والديني
11	35.45%	78	الأمية والجهل
12	35%	77	الصحة والجمال
13	30.90%	68	المواطنة والدمج الاجتماعي
14	25%	55	التوظيف والعمل
15	21.36%	47	السحر والشعوذة
16	12.72%	28	العلاقات الجنسية

يبين الجدول أن وسائل الإعلام تقدم قضايا تهم الشباب، واحتل الفقر والبطالة القضية الأولى التي تقدمها وسائل الإعلام ويهتمون بها بنسبة (70%)، والإدمان والمخدرات احتلت المرتبة الثانية بنسبة (60%)، تلتها قضية التراب والتفكك الأسري والإنحلال الاجتماعي بنسبة (59.09%) ثم مشاكل الشباب والمراهقين بنسبة (55.90%)، وفي نهاية الترتيب جاءت قضايا التوظيف والعمل بنسبة (25%)، والسحر والشعوذة (21.36%)، والعلاقات الجنسية (12.72%)، كما تبين بيانات الجدول أيضاً أهمية القضايا الاجتماعية لدى الشباب وما لها من انعكاسات تؤثر عليهم بشكل مباشر، حيث يعاني اليمنيون من حرب فرضت عليهم منذ أكثر من خمس سنوات كانت فئة الشباب هي الوقود الأساسي لها، وانعكست آثارها بقوة على هذه الفئة، وعلى قضاياهم بشكل مباشر، خاصة القضايا الاجتماعية ذات البعد الإنساني.

جدول (12) يبين مع من يناقش أفراد العينة هذه القضايا

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	75.90%	167	الأصدقاء
2	60.45%	133	الزملاء في الجامعة
3	36.81%	81	المجالس الاجتماعية
4	35.90%	79	الأسرة
5	15.90%	35	الجيران
6	15%	33	الأساتذة
7	5.45%	12	المثقفون والمفكرون
8	4.54%	10	لا أناقشها مع أحد

أوضح (85.45%)، من المبحوثين أنهم يناقشون التي تطرحها وسائل الإعلام مع غيرهم واحتلت فئة الأصدقاء المرتبة الأولى بنسبة (75.90%)، بينما احتلت فئة المثقفون والمفكرون المرتبة الأخيرة في ترتيب فئات المناقشة بنسبة (5.45%)، في حين قال (4.54%) من أفراد العينة أنهم لا يناقشون القضايا التي تطرحها وسائل الإعلام مع أحد.

جدول (13) يبين أي الفئات تلقى اهتماما أكثر من قبل وسائل الإعلام

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	51.81%	114	فئة الرجال والنساء (كبار)
2	45.45%	100	فئة الأطفال
3	34.54%	76	فئة الشباب (ذكور وإناث)
4	24.09%	53	فئة المرأة
5	20%	44	فئة المعاقين

يبين الجدول أن فئة الرجال والنساء الكبار احتلت الترتيب الأول من حيث اهتمام وسائل الإعلام بها بنسبة (51.81%)، وجاءت فئة الأطفال في الترتيب الثاني بنسبة (45.45%)، فيما جاءت فئة الشباب ثالثا بنسبة (34.54%)، ورابعا المرأة بنسبة (24.09%) واحتلت المعاقون المركز الأخير من حيث اهتمام وسائل الإعلام بها بنسبة (20%) و يتضح من الجدول أن هناك تفاوت في فوارق النسب من حيث الاهتمام في وسائل الإعلام يدل على أن قضايا الشباب لا زالت بعيدة عن المرتبة الأولى من حيث الاهتمام والأولوية لدى وسائل الإعلام.

جدول (14) معدل تعرض المبحوثين للبرامج والمواد التي تهتم بالقضايا الاجتماعية

البند	التكرار	النسبة
يومية	78	35.45%
اسبوعيا	55	25%
شهريا	11	5%
حسب الظروف	76	34.54%
المجموع	220	100%

أكد (35.45%) من المبحوثين أنهم يتعرضون يوميا للبرامج والمواد التي تهتم بالقضايا الاجتماعية، بفارق ضئيل عن أفراد العينة الذين يتعرضون لها بحسب الظروف (34.54%)، أما نسبة من يتعرضون أسبوعيا فكانت (25%) بفارق كبير عن أولئك الذين يتعرضون لها شهريا ونسبتهم (5%) فقط من المبحوثين.

جدول (15) يبين درجة اعتماد المبحوثين على وسائل الإعلام في الحصول على المعرفة بالقضايا الاجتماعية

البند	التكرار	النسبة	الترتيب
كبيرة	57	25.90%	2
متوسطة	150	68.18%	1
محدودة	9	4.09%	3
لا اعتمد عليها	4	1.81%	4
المجموع	220	100%	

يوضح الجدول درجة اعتماد المبحوثين على وسائل الإعلام في الحصول على المعرفة بالقضايا الاجتماعية حيث نجد أن (68.18%) من المبحوثين بأنهم يعتمدون على وسائل الإعلام بنسبة متوسطة، و(25.90%) بنسبة كبيرة، و (4.09%) بنسبة محدودة، بينما قال (1.81%) من المبحوثين بأنهم يعتمدون على وسائل الإعلام في الحصول على المعرفة بالقضايا الاجتماعية.

11.4. المواد الإعلامية التي يقبل عليها الشباب

جدول (16) يبين أي الموضوعات تشد انتباه الطلاب الشباب أكثر من غيرها

الترتيب	النسبة	التكرار	البند
1	74.54%	164	الموضوعات الخاصة بالشباب
2	50.90%	112	الأفلام والمسلسلات الاجتماعية
3	46.90%	102	موضوعات الحياة الزوجية
4	37.72%	83	موضوعات المرأة والطفل
5	34.09%	75	الأفلام العلمية
6	31.81%	70	الموضوعات الخاصة بالطبخ
7	30.90%	68	موضوعات الصحة والجمال
8	30%	66	موضوعات الأزياء والموضة

وفقا للجدول جاءت موضوعات الشباب على رأس المواد الإعلامية التي تجذب انتباه المبحوثين بنسبة (74.54%)، وبفارق كبير عن الأفلام والمسلسلات الاجتماعية التي حلت ثانيا بنسبة (46.90%)، تليها موضوعات الحياة الزوجية بنسبة (46.36%)، ثم جاءت بعد ذلك موضوعات المرأة والطفل بنسبة (37.72%)، ثم الأفلام العلمية بنسبة (34.09%)، بعد ذلك الموضوعات الخاصة بالطبخ (31.81%)، التي تقاربت مع موضوعات الصحة والجمال بنسبة (30.90%)، وموضوعات الأزياء والموضة بنسبة (30%).

11.5. دور الإعلام في نقل التراث الثقافي الاجتماعي والحفاظ على الخصوصية الثقافية

جدول (17) يبين دور وسائل الإعلام في نقل التراث الثقافي الاجتماعي

النسبة	التكرار	البند
25%	55	كبيرة
66.36%	146	متوسطة
8.63%	19	قليلة
/	/	لا اعتقد
100%	220	المجموع

وعن دور وسائل الإعلام في نقل التراث الثقافي الاجتماعي أكد (25%) من أفراد العينة أن وسائل الإعلام تسهم في نقل التراث الثقافي الاجتماعي بشكل كبير، بينما أجاب ما نسبته (66.36%) من أفراد العينة أن وسائل الإعلام تنتقل التراث الثقافي الاجتماعي بشكل متوسط، فيما رأى (8.63%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام تعمل على نقل التراث الثقافي الاجتماعي بدرجة قليلة .

جدول (18) يبين تأثير وسائل الإعلام في العلاقات الأسرية والمجتمعية

النسبة	التكرار	البند
44.54%	98	تقوية العلاقة الأسرية والاجتماعية
33.63%	74	تضعف العلاقة الأسرية والاجتماعية
13.63%	30	ليس لها تأثير على هذه العلاقة
8.18%	18	أخرى تذكر
100%	220	المجموع

وعن الدور المؤثر لوسائل الإعلام في العلاقات الأسرية والاجتماعية أكد ما نسبته (44.54%) من أفراد العينة على أن وسائل الإعلام تعمل على تقوية العلاقة سواء على المستوى الأسري أو الاجتماعي، بينما أشار (33.63%) على أنها تضعف هذه العلاقة، فيما يرى (13.63%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام ليس لها تأثير في العلاقات الأسرية والاجتماعية، بينما يقول (8.18%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام لها دور إيجابي في تقوية العلاقة بين الأبناء والآباء في مواجهة المشكلات التي تواجه الأبناء، خصوصا الأطفال وأحيانا قد يكون هذا الدور سلبيا اجتماعيا في العلاقات بين فئة المراهقين والأسرة والمجتمع.

جدول (19) يبين دور الحوار الأسري والاجتماعي المساعدة على:

النسبة	التكرار	البند
26.81%	59	مواجهة التأثير السلبي لوسائل الإعلام على سلوك الشباب
24.09%	53	تنمية القيم الاجتماعية والإنسانية لدى الشباب
23.63%	52	تعزيز وتدعيم المواقف والاتجاهات الاجتماعية لدى الشباب
25.45%	56	كل ما ذكر
100%	220	المجموع

يرى أغلب أفراد العينة أن الحوار الأسري والاجتماعي يساهم بشكل كبير في التأثير إيجابيا على كثير من القضايا، حيث أكد ما نسبته (26.81%) من المبحوثين على أن الحوار الأسري والاجتماعي يساعد في التغلب على التأثير السلبي لوسائل الإعلام على سلوك الشباب، بينما يرى (24.09%) أن الحوار الأسري والاجتماعي يساعد على تنمية القيم الاجتماعية والإنسانية لدى الشباب، فيما أشار (23.63%) إلى أن هذا الحوار يعمل على تقوية المواقف والاتجاهات الاجتماعية لدى الشباب، بينما يرى (25.45%) من أفراد العينة أن الحوار له دور إيجابي تجاه كل هذه القضايا.

12. الاستنتاجات

1. تصل نسبة المبحوثين الذين يتعرضون بشكل دائم ومتوسط لوسائل الإعلام ما يقارب (94%)، وهي نسبة تدل على تأثير ودور وسائل الإعلام، خاصة التلفزيون في رفع مستوى الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني.
2. أكد أفراد العينة على فعالية وسائل الإعلام في زيادة الوعي الاجتماعي بشكل كبير ومتوسط بنسبة مجموعها (85%) خاصة فيما يتعلق بالأحداث ذات الطابع المحلي التي بلغت نسبة دوافع تعرض الشباب لها في وسائل الإعلام ما يقارب نفس النسبة.
3. جاء اهتمام الجمهور بمتابعة القضايا الاجتماعية في وسائل الإعلام إنعكاسا لخصوصية الأوضاع السياسية والاقتصادية والاجتماعية في اليمن، والتي تفاقمت آثارها بسبب الحرب الدائرة حاليا منذ عام 2015، ومن هذه القضايا: الفقر والبطالة والإدمان والمخدرات، والترابط والتفكك الأسري، ومشاكل الشباب والمرأة والطفولة.
4. تدل نسبة إمداد وسائل الإعلام للمبحوثين بالمعرفة الاجتماعية بشكل كبير ومتوسط والبالغة (94%) على مستوى إدراك المبحوثين للقضايا الاجتماعية وفهمها على مستوى الفرد والمجتمع في اليمن.
5. من خلال الموضوعات والمواد الإعلامية التي يتابعها الجمهور اليمني في وسائل الإعلام يتبين ارتباط هذه الموضوعات بالوضع السياسي لاقتصادي الاجتماعي في اليمن ومدى تأثير هذه الوسائل على الجمهور في تنمية وعي الشباب اجتماعيا.
6. فيما أكد (75%) من المبحوثين أن وسائل الإعلام اضافت لهم معرفة بالقضايا الاجتماعية، أكد ما يقارب نفس النسبة من المبحوثين بأن لهذه الوسائل تأثير إيجابي على السلوك.
7. جاءت الأسرة والمؤسسات التعليمية على رأس قائمة الوسائل المساندة لوسائل الإعلام في تكوين وتنمية الوعي الاجتماعي لدى الشباب في اليمن.
8. تعد الموضوعات الخاصة بالشباب من أكثر المواد الإعلامية التي تجذب أفراد عينة البحث وأوضح (85.45%)، من المبحوثين أنهم يناقشون القضايا التي تطرحها وسائل الإعلام مع من حولهم سواء أولئك الذين يهتمون بهذه القضايا بشكل مباشر كالأصدقاء وزملاء الجامعة أو بشكل غير مباشر مثل من يلتقونهم في المجالس الاجتماعية والمثقفين والمفكرين.
9. كما يقرر ما نسبته (66.36%) من المبحوثين أن لوسائل الإعلام دور متوسط في نقل التراث الثقافي الاجتماعي؛ وأن الحوار الأسري الاجتماعي له تأثير في تجاوز التأثير السلبي لوسائل الإعلام على الشباب، وتنمية المواقف والاتجاهات والقيم الاجتماعية لدى الشباب اليمني.
10. جاءت فئة الشباب في المركز الثالث من حيث ترتيب الفئات التي تلقى اهتمام أكبر من قبل وسائل الإعلام، وهو أمر يرتبط بطبيعة العلاقة بين السياسية والإعلام وترتيب أولويات هذه الوسائل في تناول القضايا سياسيا واقتصاديا واجتماعيا.
11. تدل كل مؤشرات نتائج الدراسة بأن دور وسائل الإعلام في تكوين الوعي الاجتماعي لدى الشباب اليمني جاء إنعكاسا للوضع القائم قبل وبعد الحرب الدائرة حاليا وعلى المستويات السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وما يستتبع ذلك من إعادة ترتيب أولوياتها في تناول القضايا المختلفة ومنها القضايا الاجتماعية والجمهور المستهدف، وبالتالي حدود الدور والتأثير لهذه الوسائل.

المراجع

REFERENCES

- [1] حلس، موسى عبد الرحيم (2003) مدخل إلى علم الاجتماع، مكتبة ومطبعة دار المنار، غزة، فلسطين.
- [2] تركي، مصطفى (1984) وسائل الإعلام، وأثرها في شخصية الفرد، مجلة الفكر، ج 14، ع 4، وزارة الإعلام الكويتية، الكويت 1984. ص 227.
- [3] بدوي، حمد زكي (1994) معجم مصطلحات الإعلام، ط2، دار الكتاب اللبناني، بيروت، لبنان.
- [4] كيحل، فتحية (2012) الإعلام الجديد ونشر الوعي البيئي: دراسة في استخدامات مواقع التواصل الاجتماعي، رسالة ماجستير، قسم الإعلام والاتصال، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الحاج لخضر- باتنة، الجزائر.
- [5] مذكور، إبراهيم، وآخرون (1985) معجم العلوم الاجتماعية، ط2، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة.
- [6] الحسن، إحسان محمد (1998) تأثير الغزو الثقافي على سلوك الشباب العربي، أكاديمية نايف العربية للعلوم الإنسانية، الرياض.
- [7] Chittick, William: State Department and Pressure Group: A role Analysis, Wiley Series On Government and Communication, New York: Wiley Interscience.1970.
- [8] حمادة، بسيوني إبراهيم (1997) دور وسائل الاتصال في صنع القرارات في الوطن العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت.
- [9] الجوهري، محمد محمود (1984) المدخل إلى علم الاجتماع، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
- [10] خلف، عبد الباسط (2006) تنمية عرجاء، مجلة آفاق البيئة والتنمية، مركز العمل التنموي معا، ع 16، رام الله، فلسطين. ص 14.
- [11] قمر، عصام توفيق (2007) الاتجاهات العالمية المعاصرة في ممارسة الأنشطة المدرسية البيئية في اليابان والولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية، مصر.
- [12] بوذراع، ياسين (2010) دور الإذاعة المحلية في نشر الوعي البيئي لدى الطلبة الجامعيين، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر.
- [13] Longman dictionary of the English language, great British culture center, 1984.
- [14] صابر، شكري وحلس، موسى (2002) الوعي الاجتماعي العربي، تحليل سيولوجي، مكتبة دار المنارة، غزة، فلسطين.
- [15] نجم، طه (1996) علم اجتماع المعرفة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر.
- [16] عبدالمعطي، عبدالباسط (1979) الإعلام وتزييف الوعي، دار الثقافة الجديدة، القاهرة.
- [17] Mills, C. R . The power elite. Oxford University: London, 1969..
- [18] حنوش، زكي (1995) أزمة الشباب العربي بين التغيير والإرهاب، وصراع القيم، مجلة الفكر العربي، المجلد 16، العدد 8، ص 46.
- [19] البياتي، باسل (2001) فضائيات الثقافة الرائدة وسلطة الصورة، مجلة المستقبل العربي، ع 267، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت. ص 116.
- [20] مطر، عاطف (2003) دور التلفزيون في تشكيل الوعي الاجتماعي، لطلاب الجامعات، رسالة ماجستير، غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة.
- [21] لبيب، سعد (1996) مدخل لتحديد مفهوم الاختراق الإعلامي، ندوة الاختراق الإعلامي للوطن العربي 23-24 نوفمبر 1996، ط2، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 41-42.
- [22] حجاب، محمد منير (2004) نظريات الإتصال، ط1، دار الفجر، القاهرة.
- [23] العادلي، مرزوق عبد الحكم (2004) الإعلانات الصحفية : دراسة في الإستخدامات والإشباع، ط1، دار الفجر، القاهرة.
- [24] لونيس، باديس (2008) جمهور الطلبة الجزائريين و الأنترنت، رسالة ماجستير غير منشورة جامعة منتوري، قسنطينة – الجزائر.
- [25] شروخ، صلاح الدين (2003) منهجية العلوم الاجتماعية، دار العلوم، عنابة، الجزائر.
- [26] عبد الحميد، محمد (2004) البحث العلمي في الدراسات الإعلامية، ط2، دار الكتب، القاهرة.
- [27] عليان، ريجي مصطفى وغنيم، محمد (2010) أساليب البحث العلمي، دار الصفا، عمان، الأردن.

Effets de la terre des nids de fourmis *pheidole* sp (formicidae, hymenoptera) sur la croissance des cultures maraichères en zone soudano sahelienne au Mali

[*Pheidol* sp (formicidae, hymenoptera) ant nest effects on the growth of vegetable crops in the soudano-sahelian zone in Mali]

Fanta Tounkara¹, Bakary Sagara¹, Abou Coulibaly¹, and Amoro Coulibaly²

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR, IFRA), Département des Sciences et Techniques Agricoles (DER-STA), Koulikoro, Mali

²Professeur Honoraire, Koulikoro, Mali

Copyright © 2021 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: Agriculture today is faced with the need for profound change to meet current challenges, whether they are environmental, climatic, food, social or economic. Thus, sustainable agriculture aims to move away from dependence on inputs with a high environmental impact (pesticides, fertilizers) in order to move towards new forms of natural resources. Anthill soil provides excellent organic manure, especially for poor soils that do not retain water. This study presents the results of the work on the effect of anthill soil compared to the effects of mineral and organic inputs on the development of vegetable crops during the hot dry season in the Sudano-Sahelian zone. The physico-chemical characterization of the soils was carried out. The biometric parameters studied were height, diameter at the root collar, number of leaves and weight of plants. The experimental device used was a total randomization comprising the 6 treatments. The soil at the site is loamy and slightly acidic. The carbon, nitrogen, phosphorus and potassium contents of anthill lands are higher than those of surrounding soils. Overall, the means of heights, neck diameters and number of leaves of cabbage and beet lettuce plants with 100% and 50% anthill soil substrates are significantly different from other treatments (mineral manure, organic manure, substrates of 10% anthill soil and control soil). The land of anthills has a significantly different impact on the production of cabbage, lettuce and beet.

KEYWORDS: Ant nests, Sustainable agriculture, Climate change, Biodiversity, Plant growth, Natural fertilizers.

RESUME: L'agriculture se trouve aujourd'hui face à la nécessité d'un changement profond pour répondre aux enjeux actuels qu'ils soient environnementaux, climatiques, alimentaires, sociaux ou économiques. Ainsi, l'agriculture durable ambitionne à sortir de la dépendance aux intrants à forte nuisance environnementale (pesticides, engrais) pour s'orienter vers de nouvelles formes de ressources naturelles. La terre de fourmilière fournit un excellent fumier organique, surtout pour les sols pauvres qui ne retiennent pas l'eau. Cette étude présente les résultats des travaux sur l'effet de la terre de fourmilière comparé aux effets des intrants minéraux et organiques sur le développement des cultures maraichères pendant la saison sèche chaude en zone soudano-sahélienne. La caractérisation physico-chimique des sols a été effectuée. Les paramètres biométriques étudiés ont été la hauteur, le diamètre au collet, le nombre de feuilles et le poids des plants. Le dispositif expérimental utilisé a été une randomisation totale comportant les 6 traitements. Le sol du site est de type limoneux et légèrement acide. Les teneurs en carbone, azote, phosphore et potassium des terres de fourmilières sont plus élevées que celles des sols environnants. Globalement, les moyennes des hauteurs, diamètres au collet et nombres de feuilles des plants de laitue chou et betterave avec les substrats de 100% et 50% de terre de fourmilière sont significativement différents des autres traitements (fumure minérale, fumure organique, substrats de 10% de terre de fourmilière et témoin). La terre de fourmilières a un impact significativement différent sur les productions du chou, de la laitue et de la betterave.

MOTS-CLEFS: Nids de fourmi, Agriculture durable, Changement climatique, Biodiversité, Croissance des plantes, Fertilisants naturels.

1 INTRODUCTION

Les sols de la zone soudano sahélienne sont caractérisés par un niveau de fertilité de plus en plus faible du fait des effets combinés de mauvaises pratiques agricoles (surpâturage, de la monoculture, etc.) et des conditions climatiques (vents et pluies défavorables) [1]. Pour surmonter cette contrainte, les fertilisants chimiques sont utilisés surtout en maraîchage. Ces engrais posent des problèmes d'ordre économique (très coûteux pour les paysans) et d'ordre écologique (pollution de l'environnement). L'emploi de ressources locales comme les terres des fourmilières est une des solutions à l'amélioration de la fertilité des sols [2]. L'adoption de telles pratiques intelligentes par les paysans peut être une solution de rechange aux fertilisants chimiques.

En effet les fourmis ont un effet positif sur l'immobilisation des éléments nutritifs, sur l'humification du sol [3], [4]. De plus, les fourmilières améliorent l'infiltration de l'eau dans le sol [5]. De ce fait, les plantes qui poussent sur les monticules formés par les fourmis moissonneuses ont une productivité élevée [6]. Les décharges externes des fourmilières bénéficient aux herbacées tandis que leurs déchets sous terrains sont utiles aux arbres [7], [8].

Peu de travaux ont été réalisés sur le rôle pédologique des fourmis dans les sols et leur emploi en agriculture malgré que souvent la densité des fourmilières soit particulièrement élevée [9]. C'est dans ce contexte que la présente étude vise à mettre en évidence l'effet de la terre de fourmilière sur la croissance de cultures maraîchères dans la zone soudano sahélienne. Ce qui contribuera à le défi de la gestion de la fertilité des sols dégradés pour l'agriculture des pays subsahariens [2] par la valorisation des fourmilières, à la préservation de la biodiversité pédofaune pour l'augmentation durable des rendements.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 LIEU D'ÉTUDE

L'étude s'est déroulée dans le domaine de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou (IPR/IFRA). Ses coordonnées géographiques sont les suivantes: 12°55' Nord; 7°33' Ouest, 326 m d'altitude. Il couvre 380ha et est situé à 3,5 km de la ville de Koulikoro et à 70km de Bamako (Mali). Le climat est de type soudano-sahélien avec un cumul annuel de la pluviométrie oscillant entre 700 et 900 mm. Le sol est à prédominance ferrugineux tropical hydromorphe caractérisé par une texture argilo-limoneuse, une faible teneur en éléments minéraux et matière organique et un pH acide.

Les essais ont été implantés dans un tunnel (abri à filet) pendant la saison sèche chaude avec une température moyenne qui varie entre 30° et 38°C.

2.2 SUBSTRATS

Les terres de fourmilières ont été prélevées au niveau de 20 nids actifs de fourmi *Pheidole* à une profondeur de 0 à 25 cm et homogénéisées. A 10 m des monticules autour de l'entrée de chacun des 20 nids de fourmi, de la terre a été prélevée puis mélangée avec la terre de fourmilière ou amendée avec la fumure minérale ou organique (Tableau 1).

Tableau 1. Composition des substrats

Substrats	Composition
Terre de Fourmilière (F100%)	Terre prélevée uniquement dans les nids de fourmis
Terre de Fourmilière (F50%)	Mélange de 50% de terre de Fourmilière et de 50% de terre prélevée à 10 m des nids de fourmis
Terre de Fourmilière (F10%)	Mélange de 10% de terre de Fourmilière et de 90% de terre prélevée à 10 m des nids de fourmis
Fumure minérale (FM)	Terre prélevée à 10 m des nids de fourmis et mélangée avec le complexe céréale (NPK) en raison de 667 kg/ha et d'urée (109 kg/ha) pour la laitue et le chou
	Terre prélevée à 10 m des nids de fourmis et mélangée avec le sulfate de potassium en raison de 40 kg/ha pour la betterave
Fumure organique (FO)	Terre prélevée à 10 m des nids de fourmis et mélangée avec le Revolusol en raison de 10 t/ha
Témoin (T)	Terre prélevée uniquement à 10 m des nids de fourmis

2.3 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les espèces choisies pour l'essai ont été la laitue (*Lactuca sativa*) de la variété Blonde de Paris, le chou (*Brassica campestris*) de la variété Fortune F1 et la betterave (*Beta vulgaris*) de la variété Crimson Globe. Ce sont des légumes feuilles et racines.

2.4 CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS

Les analyses ont porté sur la granulométrie (Méthode internationale avec application de la pipette de Robinson), le pH eau et le pH KCl (Méthode par potentiométrie), le taux de matière organique (Méthode Anne), la teneur en azote total (Méthode Kjeldahl) et en potassium et phosphore assimilable (Méthode à l'extraction à l'eau). Les échantillons ont été prélevés à une profondeur de 10 à 20 cm de profondeur dans les nids de fourmis (Terre de fourmilière) et à 10 m des nids (Témoin). Les analyses ont été effectuées au Laboratoire des sols HEINZ IMHOF de l'IPR/IFRA.

2.5 CONDUITE DE L'ESSAI

Les essais n'ont pas subi de traitements phytosanitaires. L'arrosage a été régulier pour éviter le dessèchement des plants. Pendant l'expérimentation, les plants morts n'ont pas été remplacés.

Un seul facteur a été étudié. C'est la fertilisation prise à 6 niveaux de variation: Terre de Fourmilière (F100%), Terre de Fourmilière (F50%), Terre de Fourmilière (F10%), (F10%), Fumure minérale (FM), Fumure organique (FO) et Témoin (T). Le dispositif expérimental utilisé a été une randomisation totale comportant les 6 traitements. Les 6 traitements de chaque répétition ont été répétés 10 fois.

Les 3 mesures et comptages biométriques ont été effectuées tous les 15 jours et ont porté sur: le diamètre au collet des plants, la hauteur des plants et le nombre des feuilles. Pour la laitue et le chou, les mesures des paramètres agronomiques (observations) ont commencé 15 jours après le repiquage (JAR) et pour la betterave 60 jours après la levée (JAL). A la récolte, les plants (organes aériens et organes sous terrains) ont été nettoyés et pesés.

2.6 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

L'ANOVA a été utilisée pour déterminer les moyennes des paramètres physico chimique des sols et biométriques des plants et les interférences entre les espèces végétales et les différents types de fertilisation sur les paramètres biométriques. Les différents traitements ont été comparés par les tests de Fisher (LSD) et Newman-Keuls (SNK).

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS

La terre de fourmilière est moins argileuse ($13,17 \pm 2,62\%$) et sablonneuse ($32,48 \pm 5,20$) que la terre environnante. Il y a plus de limon dans la terre de fourmilière. Il n'y a pas de différence significative entre les taux d'argile, de limon et de sable. Le sol est de type limoneux (Tableau 2).

Tableau 2. Granulométrie des sols

Sol	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	Classe texturale
Terre de fourmilières	13,17±2,62	54,34±9,54	32,48±5,20	Limoneux
Témoin	15,88±2,63	47,13±8,617	36,98±6,52	Limoneux
Moyenne	14,52±1,91	50,73±5,09	34,73±3,18	Limoneux

La différence est significative entre les pH eau moyens des terres de fourmilières ($5,090 \pm 0,173$) et les témoins ($5,363 \pm 0,085$). Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les pH KCl moyens des terres de fourmilières et les témoins. Le sol est légèrement acide. Les concentrations en matière organique et azote des terres de fourmilières sont plus élevées que celles des témoins. Il n'y a pas de différence significative. Les sols du site de l'étude sont pauvres en azote et matière organique. Les teneurs moyennes en phosphore assimilable des terres de fourmilières ($0,142 \pm 0,118\%$) sont significativement différentes des teneurs moyennes des témoins. Le sol du site est pauvre en phosphore. La différence n'est pas significative entre le potassium contenu dans les terres de fourmilières et les témoins (Tableau 3).

Tableau 3. Analyse chimique des sols

Sol	pH eau	pH KCl	Matière organique (%)	Azote (%)	Phosphore (%)	Potassium (ppm)
Terre de fourmilières	5,090±0,173	4,522±0,181	0,475±0,05	0,057±0,026	0,142±0,118	10,347±0,714
Témoin	5,362±0,085	4,715±0,151	0,425±0,095	0,025±0,005	0,005±0,004	10,025±2,502
Moyenne	5,226±0,192	4,618±0,136	0,425±0,035	0,041±0,022	0,073±0,096	10,186±0,228

3.2 CROISSANCE DES PLANTS

3.2.1 LAITUE

Du début jusqu'à la fin des observations, les hauteurs moyennes, les diamètres moyens au collet et les nombres moyens de feuilles des plants de laitue des substrats de 100% de terre de fourmilière sont significativement différentes des autres traitements.

En début de croissance, les hauteurs moyennes des plants des substrats de 100% et 50% de terre de fourmilière sont significativement différentes des hauteurs moyennes des plants des autres traitements (Tableau 4).

Tableau 4. Hauteurs moyennes des plants de laitue au 15^e JAR

Substrats	Hauteur moyenne (cm)	Ecart-type	Regroupements	
Terre de Fourmilière à 100%	14,33	1,45	A	
Terre de Fourmilière à 50%	14,33	1,56	A	
Fumure minérale	12,16	1,63		B
Fumure organique	11,00	0,92		B
Terre de Fourmilière à 10%	11,00	1,41		B
Témoin	9,83	0,75		B

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

A la fin des observations, les plants des substrats de 100% et 50% de terre de fourmilière ont les nombres de feuilles les plus élevés (Fig 1).

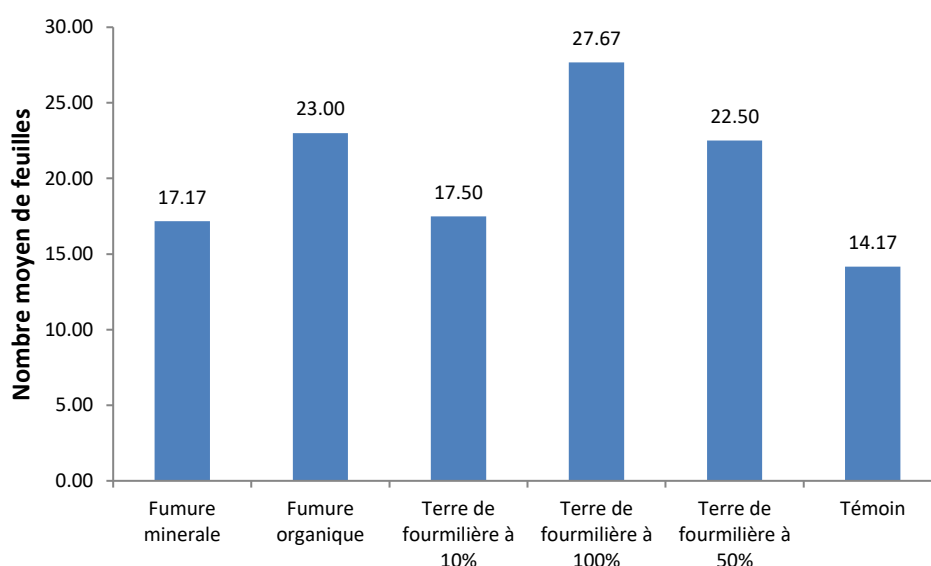


Fig. 1. Nombre moyen de feuilles 45 JAR

3.2.2 CHOU

En début de croissance, les hauteurs moyennes des plants de chou ($12,50 \pm 1,74$ cm) des substrats de 100% de terre de fourmilière sont significativement différentes des autres traitements. A la fin des observations, les plants des substrats de 100% et 50% de terre de fourmilière ont une croissance rapide. Les hauteurs, diamètres moyens au collet et nombres moyens de feuilles des substrats de 100% de terre de fourmilière sont les plus élevés. Mais, il n'y a pas de différence significative entre les différents traitements (Tableau 5).

Tableau 5. Nombres moyens de feuilles des plants du chou au 45^e JAR

Substrats	Nombres moyens	Ecart-type	Regroupements
Terre de Fourmilière à 100%	15,16	1,78	A
Terre de Fourmilière à 50%	15,00	1,52	A
Fumure organique	14,83	1,99	A
Fumure minérale	14,00	1,03	A
Terre de Fourmilière à 10%	13,16	1,94	A
Témoin	12,66	1,21	A

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

3.2.3 BETTERAVE

En début de croissance, les hauteurs moyennes des plants betterave des substrats de 100% ($10,89 \pm 1,98$ cm) et 50% ($9,91 \pm 1,36$ cm) de terre de fourmilière sont significativement différentes des autres traitements. La différence n'est pas significative pour les diamètres moyens au collet et les nombres moyens de feuilles. A la fin des observations, les hauteurs et diamètres moyens des plants des substrats de 100% de terre de fourmilière sont significativement différents des autres traitements (Tableau 6).

Tableau 6. Hauteurs moyennes des plants de betterave au 90^e JAL

Substrats	Hauteur Moyenne (cm)	Ecart-type	Regroupements		
Terre de Fourmilière à 100%	27,13	2,31	A		
Terre de Fourmilière à 50%	25,23	2,39	A	B	
Fumure minérale	24,75	2,54	A	B	
Terre de Fourmilière à 10%	22,57	2,48	A	B	C
Fumure organique	21,22	3,06		B	C
Témoin	18,57	2,41			C

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

3.3 POIDS DES PLANTS

Le poids moyen des plants de laitue est de $240,42 \pm 24,94$ g. La différence est significative entre les poids moyens des plants des substrats avec 100% et 50% de terre de fourmilière et les autres traitements (Tableau 4).

Tableau 7. Poids moyens des plants de laitue

Substrats	Poids moyen (g)	Écart-type	Regroupements			
Terre de Fourmilière à 100%	265,00	8,24	A			
Terre de Fourmilière à 50%	257,00	10,56	A	B		
Fumure organique	247,20	9,80		B	C	
Fumure minérale	244,16	9,30		B	C	
Terre de Fourmilière à 10%	234,50	10,25			C	
Témoin	192,50	8,54				D

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

Le poids moyen des plants du chou est de $340,88 \pm 98,90$ g. Le test de Newman-Keuls regroupe les poids moyens hauteurs moyennes en 4 classes significativement différentes (Tableau 5).

Tableau 8. Poids moyens des plants du chou

Substrats	Poids moyen (g)	Écart type	Regroupements			
Terre de Fourmilière à 100%	534,50	24,67	A			
Terre de Fourmilière à 50%	384,83	21,31		B		
Fumure organique	299,83	10,77			C	
Fumure minérale	298,66	4,32			C	
Terre de Fourmilière à 10%	278,33	27,14			C	
Témoin	249,16	16,90				D

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

Le poids moyen des betteraves est de $378,58 \pm 113,56$ g. Les poids moyens des plants des substrats avec 100% et 50% de terre de fourmilière sont significativement différents des autres traitements (Tableau 6).

Tableau 9. Regroupements des poids moyens des plants de betterave

Substrats	Poids moyen (g)	Écart-type	Regroupements			
Terre de Fourmilière à 100%	578,000	20,84	A			
Terre de Fourmilière à 50%	475,900	19,30		B		
Fumure minérale	308,000	4,97			C	
Terre de Fourmilière à 10%	303,900	8,35			C	D
Fumure organique	299,800	7,72			C	D
Témoin	290,000	10				D

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

3.4 INTERACTION ENTRE LES 3 ESPÈCES ET LES SUBSTRATS (FERTILISANTS)

L'interaction entre les plants (chou, laitue et betterave) et les traitements est très significative (p -value < 0.0001) pour les hauteurs (Tableau 7), les diamètres au collet et les nombres de feuilles au début du développement des plants (15^e JAR pour le chou et la laitue, 60^e JAL pour la betterave).

Tableau 10. Analyse du modèle de l'interaction des hauteurs du chou, de la laitue et de la betterave avec les traitements en début de la période d'observation

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Espèces-Plants	2	231,30	115,65	21,00	$< 0,0001$
Traitements	5	118,57	23,71	4,30	0,001
Espèces-Plants-Traitements	10	228,22	22,82	4,14	$< 0,0001$

Intervalle de confiance à 95,00 %

En début de la période d'observation, les 3 espèces réagissent différemment par rapport à la terre de fourmilières et aux traitements amendés par la terre de fourmilière. Les plants de laitue et chou des substrats de 100% de terre de fourmilière ont des hauteurs et des diamètres au collet de plants significativement plus élevés que les autres traitements. Pour la betterave, les différences ne sont pas significativement élevées entre la terre de fourmilière à 100% et les autres traitements.

A la fin de la période d'observation, l'interaction entre les différentes espèces et les substrats est très significative (p -value < 0.0001) pour les paramètres mesurés (hauteurs, diamètres au collet et nombres de feuilles). Mais les 3 espèces n'ont pas la même réaction par rapport aux différents substrats.

Les substrats contenant 100% et 50% de terre de fourmilière sont significativement différents des autres traitements par rapport au poids des différentes espèces (Tableau 8).

Tableau 11. Classement et regroupements des substrats non significativement différents en fonction du poids des plants

Substrats	Poids moyen (g)	Regroupements			
Terre de Fourmilière à 100%	480,773	A			
Terre de Fourmilière à 50%	391,364		B		
Fumure organique	287,286			C	
Fumure minérale	287,095			C	
Terre de Fourmilière à 10%	278,000			C	
Témoin	250,476				D

Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

L'interaction entre les poids du chou, de la laitue et de la betterave avec les différents traitements est très significative (p -value < 0.0001) (Tableau 9).

Tableau 12. Analyse du modèle de l'interaction des poids du chou, de la laitue et de la betterave avec les traitements

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Espèces	2	408095,467	204047,733	979,018	< 0,0001
Traitement	5	678587,655	135717,531	651,171	< 0,0001
Espèces-Traitement	10	227660,729	22766,073	109,231	< 0,0001

Type III SS

Les 3 espèces sont significativement différentes en fonction des traitements. Les espèces qui ont reçu le même traitement diffèrent entre eux significativement (Fig 1).

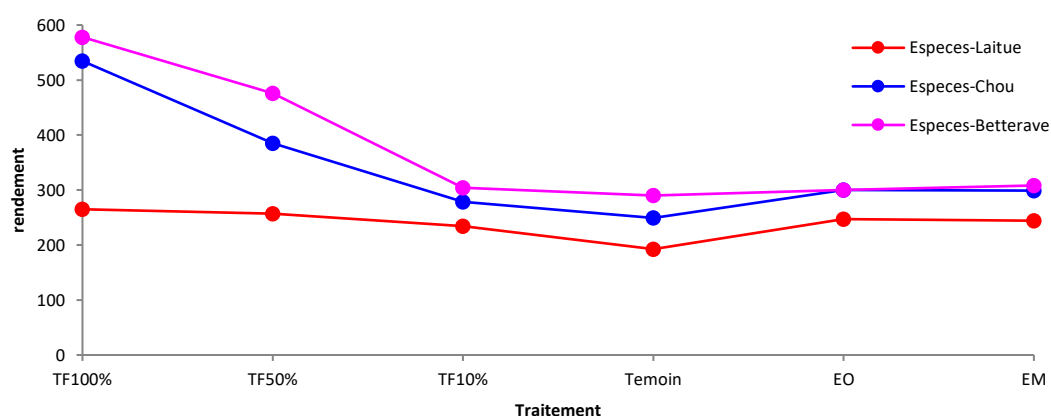


Fig. 2. Interaction entre les facteurs Traitements et espèces

4 DISCUSSION

L'amélioration de la fertilité du sol par les fourmis pourrait influencer différemment les plantes, en fonction des concentrations de nutriments et des espèces végétales [10], [11], [12], [13].

Les sols provenant des nids de fourmis ont des teneurs plus élevées en nutriments minéraux que les sols environnants [14], [15], [16], [17] et sont donc présumés logiquement bénéfiques à la croissance des plantes [18], [19]. Dans les mêmes conditions d'expérimentation, les apports de 10%, 50% et 100% de la terre de fourmilière ont eu des effets différents sur les croissances du chou, de la laitue et de la betterave. La réponse des plantes à différentes concentrations de nutriments dans un écosystème varie selon les espèces [20]. Les plants de la laitue et de la betterave ont réagi plus favorablement à l'amendement à 50% et 100% de la terre de fourmilière que les plants du chou. Cette faible performance du chou par rapport à la laitue et la betterave peut être attribuée aux sols du domaine de l'IPR/IFRA qui sont relativement acides alors que le chou réagit mal au sol «acide» [21].

Les plants de laitue, betterave et chou des pots amendés à 50% et 100% de la terre de fourmilière ont une croissance plus rapide que les plants des autres traitements. Ceci s'explique par le fait que les légumes feuilles ont besoin de beaucoup d'azote pour leur croissance et les terres des fourmilières sont enrichies en azote disponible et phosphore assimilable [22]. La terre de fourmilière étant très riche en matière organique et en éléments minéraux assimilables favorise la croissance et l'augmentation de la production [15], [23], [24].

Les poids des plants de la laitue des pots amendés de 50% et 100% de la terre de fourmilière et de la fumure organique sont les plus élevés. En effet, pour bien se développer, la laitue a besoin d'un sol riche en humus et bien drainé [25], [26] et l'enrichissement en matière organique des sols de nidification semble provenir de l'activité des ouvriers [23], [24]. Cette matière organique dérivée des fourmis (excrétion et tissu de fourmis mortes) est assimilable par les plantes pour l'entretien et la reproduction [17]. L'azote étant le pivot de la fertilisation du chou [27], [28], les poids des plants du chou des pots amendés de 50% et 100% de la terre de fourmilière sont les plus élevés car les terres des fourmilières sont riches en nutriments minéraux assimilables (azote, calcium, magnésium et potassium) [15]. Des expériences et des mesures de terrain d'isotopes naturels ont montré que les plantes peuvent assimiler l'azote des sites de nidification [29], [30], [31]. Quand les racines commencent à se former chez la betterave, la croissance de la partie aérienne ralentit et celle de la partie souterraine accélère. Ce qui entraîne une utilisation accrue d'azote, de potassium et de phosphore [32], [33]. Les poids des plants de betterave des pots amendés de 50% et 100% de la terre de fourmilière sont significativement supérieurs à ceux des autres traitements malgré que les paramètres agronomiques des plants des différents traitements ne présentent pas de différence significative à cause des richesses en nutriments minéraux de la terre de fourmilière [15].

En fonction des apports de la terre de fourmilière, les plants de la laitue et du chou ont une croissance et une production significativement différentes des plants des autres traitements. La croissance des plants de la betterave n'est pas significativement différente par contre la production est significativement différente des autres traitements. Ces différences peuvent résulter des nutriments minéraux disponibles et des stratégies d'utilisation des ressources par les différentes espèces végétales [34], [35].

5 CONCLUSION

L'apport de la terre de fourmilière a amélioré considérablement la production du chou, de la laitue et de la betterave. Les plants de ces 3 espèces ont réagi différemment par rapport à la terre de fourmilières pendant la phase végétative. Les plants du chou, de la laitue et de la betterave sont significativement sensibles à la terre de fourmilière qui leur assure une croissance donc une production significativement plus élevées que les plants des autres traitements. Ces informations méritent d'être prises en compte pour l'amélioration des performances de l'agriculture et pour la protection de l'environnement (la valorisation et conservation de la biodiversité agricole) dans un contexte de changement climatique.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié des apports financiers de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) à travers le fond pour la formation des formateurs du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Mali).

REFERENCES

- [1] E. Ouedraogo, A. Mando, and L. Brussaard, "Termites et paillis concourent à la réhabilitation des sols," *AGRIDAPE*, vol. 24, no. 2, 2008.
- [2] J. A. Mokossesse, M. Lepage, and G. Josens, "Croissance en pots de quatre espèces végétales sur des substrats enrichis avec la terre de termitières de *Cubitermes*," *Tropicultura*, vol. 3, no. 27, 2009.
- [3] J. Anderson and P. Flanagan, "Biological processes regulating organic matter dynamics in tropical soils," T. Oades, G. Uehara and D. C. Coleman, eds., Honolulu: NIFTAL Project, Univ. Of Hawaii, pp. 97–125, 1987.
- [4] P. Lavelle, D. Bignell, M. Lepage, V. Wolters, P. Roger, and P. Ineson, "Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers," *Eur. J. Soil Biol.*, no. 33, 1997.
- [5] X. R.] Li, R. L. Jia, Y. W. Chen, L. Huang, and P. Zhang, "Association of ant nests with successional stages of biological soil crusts in the Tengger Desert, Northern China," *Applied Soil Ecology*, vol. 47, no. 1, 2011.
- [6] M. J. F. Brown and K. G. Human, "Effects of harvester ants on plant species distribution and abundance in a serpentine grassland," *Ecologia*, no. 112, 1997.
- [7] A. G. Farji-Brener and V. Werenkraut, "A meta-analysis of leaf-cutting ant nest effects on soil fertility and plant performance," *Ecological Entomology*, no. 40, pp. 150–158, 2015, doi: 10.1111/een.12169.
- [8] M. J. F. Brown and K. Human, "Effects of harvester ants on plant species distribution and abundance in a serpentine grassland," *Ecologia*, no. 112, 1997.
- [9] J. Dupuis and F. Verger, "Les microreliefs dus aux fourmis et leurs caractères pédologiques," *Norois*, no. 41, 2015, doi: 10.3406/noroi.1964.7225.
- [10] C. C. Horvitz, "Analysis of how ant behavior affects germination in a tropical myrmecochore *Calathea microcephala* (P. & E.) Koernicke (Marantaceae): microsite selection and aril removal by neotropical ants, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, and *Solenopsis* (Formicidae)," *Oecologia*, no. 51, pp. 47–52, 1981.
- [11] D. J. Levey and M. M. Byrne, "Complex ant-plant interactions: rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators," *Ecology*, no. 74, pp. 1802–1812, 1993.
- [12] M. Garrettson, J. F. Stetzel, B. S. Halpern, D. J. Hearn, B. T. Lucey, and M. J. McKone, "Diversity and abundance of understory plants on active and abandoned nests of leaf-cutting ants (*Atta cephalotes*) in a Costa Rica rain forest," *Journal of Tropical Ecology*, no. 14, pp. 17–26.
- [13] A. G. Farji-Brener, "The effect of abandoned leaf-cutting ant nests on plant assemblage composition in a tropical rainforest of Costa Rica," *Ecoscience*, no. 12, pp. 554–560, 2005.
- [14] A. J. Beattie, "The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms," Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
- [15] P. J. Folgarait, "Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review," *Biodivers. Conserv.*, vol. 7, pp. 1221–1244, 1998.
- [16] J. A. Macmahon, J. F. Mull, and T. O. Crist, "Harvester ants (*Pogonomyrmex* spp.): Their community and ecosystem influences," *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 31, pp. 265–291, 2000.
- [17] D. Wagner and E. Fleur Nicklen, "Ant nest location, soil nutrients and nutrient up take by ant associated plants: does extrafloral nectar attract ant nests and thereby enhance plant nutrition," *British Ecological Society. Journal of Ecology*, vol. 98, pp. 614–624, 2010, doi: 10.1111/j.1365-2745.2010.01640.x.
- [18] P. Moutinho, D. Nepstad, and E. Davidson, "Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia," *Ecology*, no. 84, 2003.
- [19] L. Sternberg, M. C. Pinzon, M. Moreira, P. Moutinho, E. I. Rojas, and E. A. Herre, "Plants use macronutrients accumulated in leaf-cutter ant nests," *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 374, pp. 315–321, 2007.
- [20] A. Saha, K. Carvalho, L. Sternberg, and P. Moutinho, "Effect of leaf-cutting ant nests on plant growth in an oligotrophic Amazon rain Forest," *Journal of Tropical Ecology*, pp. 263–270, 2012.
- [21] L. M. Kimuni et al., "Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.) installé sur un sol acide de Lubumbashi," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 71, no. 1, 2014.
- [22] L. A. Lobry de Bruyn and A. J. Conacher, "The role of termites and ants in soil modification: a review," *Aust. J. Soil Res.*, vol. 28, pp. 55–93, 1990.
- [23] P. Dostal, M. Breznova, V. Kozlickova, T. Herben, and P. Kovar, "Ant-induced soil modification and its effect on plant below-ground biomass," *Pedobiologia*, no. 49, 2005.
- [24] J. Frouz, J. Kalcik, and P. Cudlin, "Accumulation of phosphorus in nests of red wood ants *Formica* s. str.," *Annales Zoologici Fennici*, no. 42, 2005.
- [25] D. C. E. Wurr and J. R. Fellows, "The influence of transplant age and raising conditions on the growth of crisp lettuce plants raised in Techniculture plugs," *J. Hortic. Sci.*, no. 61, 1986.

- [26] L. Thuries, A. Arrufat, M. Dubois, C. Feller, P. Herrmann, and M. C. Larre-Larrouy,. "Influence d'une fertilisation organique et de la solarisation sur la productivité maraîchère et les propriétés d'un sol sableux sous abri, " *Etude et gestion des sols*, vol. 7, no. 1, 2000.
- [27] M. Messiaen, *Le potager tropical*, 2nd ed., vol. 3..
- [28] J. M. Lachapelle, "Réévaluation des besoins en azote, phosphore et potassium des cultures de brocoli, de chou et de chou-fleur en sols minéraux au Québec, " 2010.
- [29] N. Lescano, A. G. Farji-Brener, E. Gianoli, and T. Carlo, "Bottom-up effects may not reach the top: the influence of ant-aphid interactions on the spread of soil disturbances through trophic chains, " vol. Series B, 2012.
- [30] A. G. Farji-Brener, N. Lescano, and L. Ghermandi, "Ecological engineering by a native leaf-cutting ant increases the performance of exotic plant species, " *Oecologia*, vol. 163, no. 1, 2010.
- [31] A. Saha, K. Carvalho, L. Sternberg, and P. Moutinho, "Effect of leaf-cutting ant nests on plant growth in an oligotrophic Amazon rain Forest, " *Journal of Tropical Ecology*, no. 28, Art. no. 28, 2012.
- [32] P. Lemaire, "Contribution à l'étude du comportement de populations de betterave à sucre cultivées en sec sous les conditions écologiques de la MITIDJA occidentale en vue de la planification de la production, " Institut National Agronomique, EL HARRACH, Alger, Mem. Ing. Agronome, 1981.
- [33] M. Agbani and C. Jenane, "Fiche Technique : La betterave à sucre monogerm, " Transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, no. 75, 2000, Accessed: Nov. 20, 2018. [Online]. Available: https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta_75.pdf.
- [34] F. S. Chapin, P. M. Vitousek, and K. Van Cleve, "The nature of nutrient limitation in plant communities, " *American Naturalist*, no. 127, 1986.
- [35] F. Valladares, E. Martinez-Ferri, L. Balaguer, E. Perezcorona, and E. Manrique, "Low leaf-level response to light and nutrients in Mediterranean evergreen oaks: a conservative resource-use strategy, " *New Phytologist*, no. 148, 2000.

Développement d'une application webmapping pour l'accès à l'information géospatiale sur le Tourisme au Cameroun

[Development of a webmapping application for access to geospatial information on Tourism in Cameroon]

Clarice Fotso, César Senoua, Landry Tongo, and Marcellin Vournone

National institute of cartography, P.O. Box 157 Yaoundé, Cameroon

Copyright © 2021 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: Cameroon is known as Africa in miniature and therefore has great tourism potential. In view of the low level of exploitation of this wealth, the State of Cameroon has committed since 2010 to the redevelopment of sites, access roads and places of recreation. For an effective and efficient dissemination of its tourism offer, a webmapping application was implemented in 2012. However, it could not be published due to a number of shortcomings, in particular the use of a mono scale map at 1: 500,000 and the lack of interactivity with the map. In this article we propose an improved version of this application and through a software development process, a new platform has been implemented and allows on the OSM multi-scale basemap, interactive access to tourism offers on Cameroon in providing descriptive information and illustrative photos on request.

KEYWORDS: webmapping, map, tourism, interactivity, Cameroon.

RESUME: Le Cameroun est connu comme l'Afrique en miniature et possède par conséquent un gros potentiel touristique. Au vu du faible niveau d'exploitation de cette richesse, l'Etat du Cameroun s'est engagé depuis 2010 aux travaux de réaménagement des sites, des voies d'accès et des lieux de loisirs. Pour une diffusion efficace et efficiente de son offre touristique, une application webmapping a été mise en œuvre en 2012. Toutefois celle-ci n'a pu être publiée en raison d'un certain nombre de manquements, notamment l'utilisation d'une carte mono échelle au 1/500 000 et l'absence d'interactivité avec la carte. Dans cet article nous proposons une version améliorée de cette application et par un processus de développement logiciel, une nouvelle plateforme a été mise en œuvre et permet sur le fond de carte multi-échelle OSM, l'accès interactif aux offres touristiques sur le Cameroun en fournissant à la demande des informations descriptives et des photos illustratives.

MOTS-CLEFS: webmapping, carte, tourisme, interactivité, Cameroun.

1 INTRODUCTION

Le Webmapping désigne le processus de conception, de mise en œuvre, de génération et de diffusion de carte sur le World Wide Web [1]. Avec les développements technologiques récents marqués par l'évolution des téléphones, du GPS et surtout du web qui est passé de la version statique à la version dynamique et interactive, la carte en ligne est devenue omniprésente dans la vie de tous les jours. En effet son usage s'étend dans presque tous les secteurs: la navigation à pied (google.map [7], maps.me [8] ...), la collecte volontaire de l'information géographique pour un objectif humanitaire (OSM [9], Map maker,...), pour la gestion de crise (Ushahidi [10], ...), pour la mise à jour des données sur l'occupation et l'utilisation des sols (LANDSENSE [3], ...), pour la mobilité humaine (citysense [12], mobs apps [11], ...), etc. Dans le secteur du tourisme la cartographie en ligne offre

aussi un grand potentiel déjà exploré par quelques pays le Maroc [5], la Grèce [6], le Soudan [4]. En effet la carte touristique en ligne fournit à la fois des informations descriptives sur les lieux touristiques mais donne aussi accès à leur plan de localisation, ce qui permet de mieux maîtriser les lieux touristiques sur le territoire et de mieux planifier les visites touristiques.

Au Cameroun, souvent présenté comme une Afrique en Miniature au vu de sa diversité culturelle et naturelle, on note un gros potentiel touristique mais encore très peu exploité. Pour rehausser l'industrie du Tourisme, le plan stratégique du Cameroun vise à l'horizon 2035, l'accueil d'au moins un (1) million de touristes internationaux et six (6) millions de touristes internes par an. Pour opérationnaliser cet objectif, plusieurs actions ont été engagées dans l'optique d'améliorer la visibilité de l'offre touristique du Cameroun à travers la stratégie du développement du tourisme qui prévoit entre autres, l'aménagement des sites touristiques, la construction des infrastructures hôtelières et de loisirs. Parmi les plus de huit cent (800) sites touristiques identifiés par le Ministère du tourisme et de loisirs (MINTOUL), une centaine est classée prioritaire, parmi lesquels une soixantaine ont connus un début d'aménagement, notamment l'ouverture des voies d'accès, la construction des structures d'accueil, d'hébergement et de restauration, etc.

Pour la diffusion de cette offre touristique et des loisirs sur le Cameroun, le MINTOUL a entrepris en 2012, le développement d'une plateforme webmapping, baptisée « carte touristique digitalisée ». Toutefois, ladite plateforme n'a jamais pu être publiée en raison d'un certain nombre de problèmes soulignés. Il s'agissait notamment de l'utilisation d'un fond de carte mono échelle au 1/500 000, de l'absence d'interactivité sur la carte touristique pour accéder aux informations descriptives des offres touristique mais aussi de l'impossibilité d'accéder aux photos illustratives. Pour remédier à tout cela nous nous proposons dans cet article de développer pour le Cameroun une plateforme webmapping améliorée principalement destinée aux touristes nationaux et internationaux, mais aussi aux personnels techniques qui ont besoin d'un ensemble d'informations sur l'offre touristique et des loisirs, afin de mener à bien leurs activités. Cette plateforme permettra de faire des recherches multicritères et géo spatiales sur l'offre touristique et des loisirs; de visualiser la carte touristique digitalisée ou numérique à multi-échelle et d'interagir avec elle.

2 MATERIELS ET METHODES

La mise en place de cette application webmapping s'est déroulée suivant le modèle en cascade sur 4 phases à savoir: L'analyse de l'existant et des besoins, l'élaboration du cahier des charges fonctionnelles, la conception, l'implémentation et les tests.

2.1 ANALYSE DE L'EXISTANT ET DES BESOINS

L'analyse de l'existant et des besoins a été réalisé en collaboration avec le Ministère du tourisme et des loisirs et a consisté dans un premier à réaliser des interviews auprès du personnel des services de l'informatique et de la cartographie afin de comprendre l'activité touristique, collecter les données existantes sur l'offre touristique et des loisirs et enfin recueillir les besoins pour la plateforme webmapping touristique. Il a été question par la suite d'analyser ces informations pour en tirer des conclusions de l'existant et des besoins exprimés.

2.2 ELABORATION DU CAHIER DE CHARGES FONCTIONNELLES

L'élaboration du cahier des charges a consisté à traduire précisément les besoins exprimés en fonctionnalités pour le système.

2.3 ANALYSE ET CONCEPTION

La phase d'analyse et de conception a été conduite suivant le formalisme UML. Il s'est principalement agi au niveau de l'analyse de spécifier les exigences du système à travers les cas d'utilisations.

Au niveau de la conception, il s'est agi de définir:

- L'architecture logicielle de l'application;
- Le modèle conceptuel des données;
- Le choix du fond cartographique;
- La définition de la sémiologie graphique de la carte touristique (symbole, taille, police d'écriture)
- Les spécifications détaillées de chaque fonctionnalité, décrites suivant une fiche descriptive contenant les informations sur l'acteur principal, l'acteur secondaire, les préconditions, les post conditions et les scenarii.

2.4 IMPLEMENTATION

L'implémentation s'est faite uniquement à partir d'outils libres:

- Serveur web: **Apache**;
- Serveur cartographique: **MapServer**;
- Client cartographique: **Leaflet**;
- SGBD: **PostgreSQL/PostGIS**;
- Langages: **PHP, JavaScript, CSS, HTML**;
- Bibliothèque: **Jquery**.

L'exécution de cette phase a consisté à:

- Déployer l'environnement de développement;
- Créer la base de données suivant le modèle défini et insérer les données existantes;
- Construire le fichier de style « mapfile », de la carte touristique;
- Ecrire les lignes de codes pour la réalisation de chaque fonctionnalité.

3 RESULTATS

3.1 DONNEES DISPONIBLES

Les données sur l'offre touristique et des loisirs disponibles auprès des services techniques du MINTOUL, concernent d'une part les sites touristiques (inventaire réalisé en 2015) et d'autres parts les établissements d'hébergement, de restauration, de loisirs, les agences de tourisme, les guides touristiques et les établissements de formation en tourisme qui ont été collectées en 2017. Ci-dessous une brève présentation de ces données.

Tableau 1. Description des données disponibles auprès des services techniques du MINTOUL

N°	Libelle	Eléments descriptifs	Couverture
1	Sites touristiques	Dénomination, description, facilités, activités, autres attractions, investissements potentiels, photo illustrative, limites, recommandations.	Centre (41), Sud (17), Littoral, Ouest, Nord-Ouest Sud-Ouest
2	Etablissements d'hébergement	Dénomination, localisation, catégorie, nom du promoteur, adresses (numéros de téléphone, adresses mails, BP), capacité d'accueil (nombre de chambres, de lits, d'appartements, de suites), effectif personnels, statut, situation juridique, autres prestations (bars, restaurants), commentaires.	Nord-Ouest (49), Ouest (152), Extrême-Nord (70), Est (28), Sud (74), Sud-Ouest (42), Nord (53), Adamaoua (22).
3	Etablissements de restauration	Dénomination, localisation, catégorie, nom du promoteur, adresses (numéros de téléphone, adresses mails, BP), capacité (bar, restaurant), situation juridique, piscine, effectif personnels.	Ouest (12), extrême-Nord (09), Sud (12), Nord (07), Adamaoua (09).
4	Etablissement de Loisirs	Dénomination, localisation, catégorie, nom du promoteur, contacts (numéros de téléphone, adresses mails, BP), capacité (bar, terrasse, autres), effectif personnels, statut.	Ouest (4), Extrême-Nord (09), Sud (16), Sud-ouest (06), Nord (03), Adamaoua (10).
5	Agences touristiques	Dénomination, localisation, catégorie, nom du promoteur, adresses (numéros de téléphone, adresses mails, BP), nombres de véhicules, nombres de guides, autres, statut de l'établissement.	Ouest (2), Extrême-Nord (07), Sud-ouest (02), Nord (06), Adamaoua (02).
6	Guides touristiques	Noms et prénoms, classification, localité, agence de tourisme, statut, adresses (numéros de téléphone, adresses mails).	Extrême-Nord (11) Nord (06).
7	Etablissements de formation en tourisme	Dénomination, localisation, adresses (numéros de téléphone, adresses mails, BP), année de création, agrément, promoteur, directeur, nature de la formation.	Tout le territoire National (93)

3.2 SPECIFICATIONS DES BESOINS

La figure ci-dessous montre les interactions fonctionnelles que l'internaute pourra entretenir avec le système à l'étude.

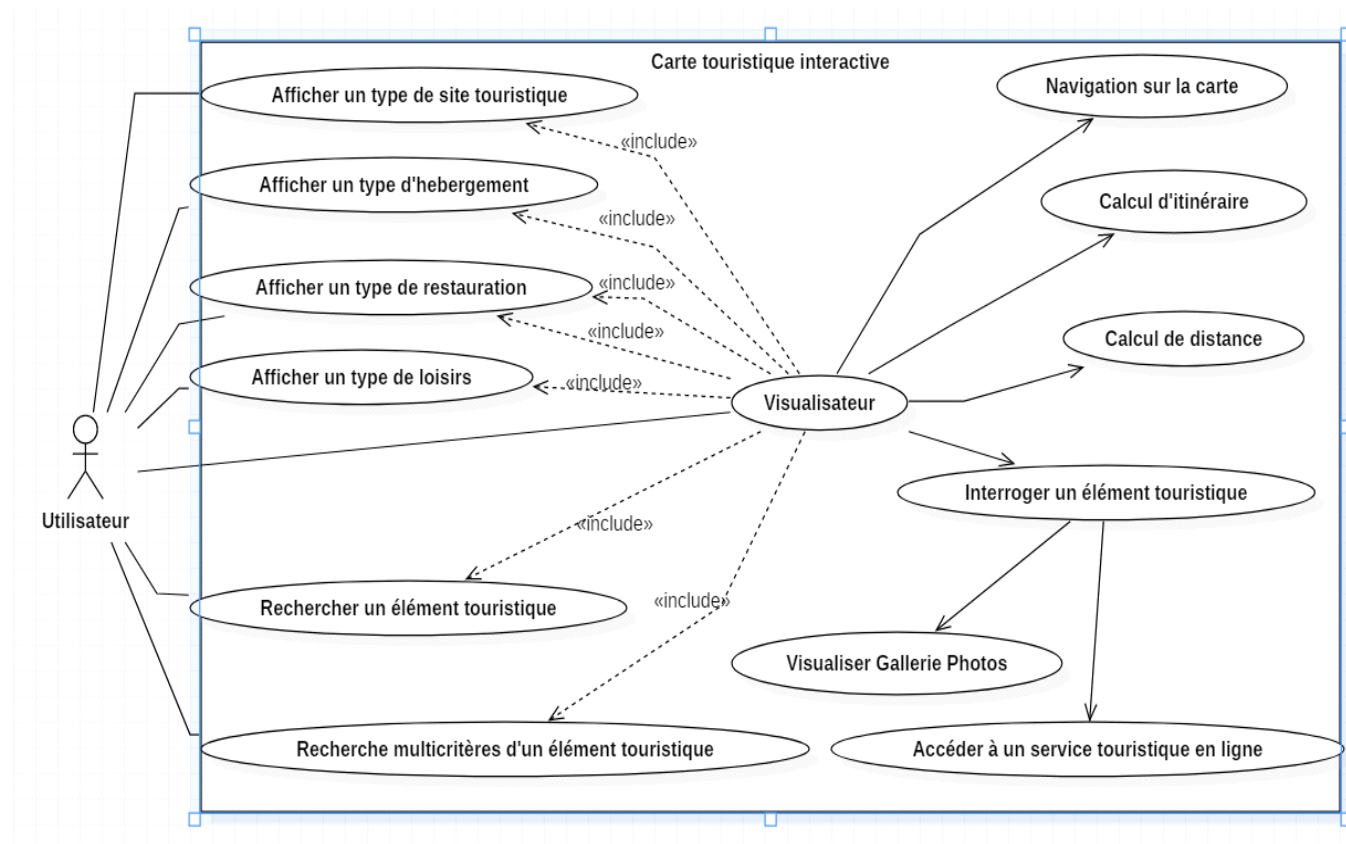
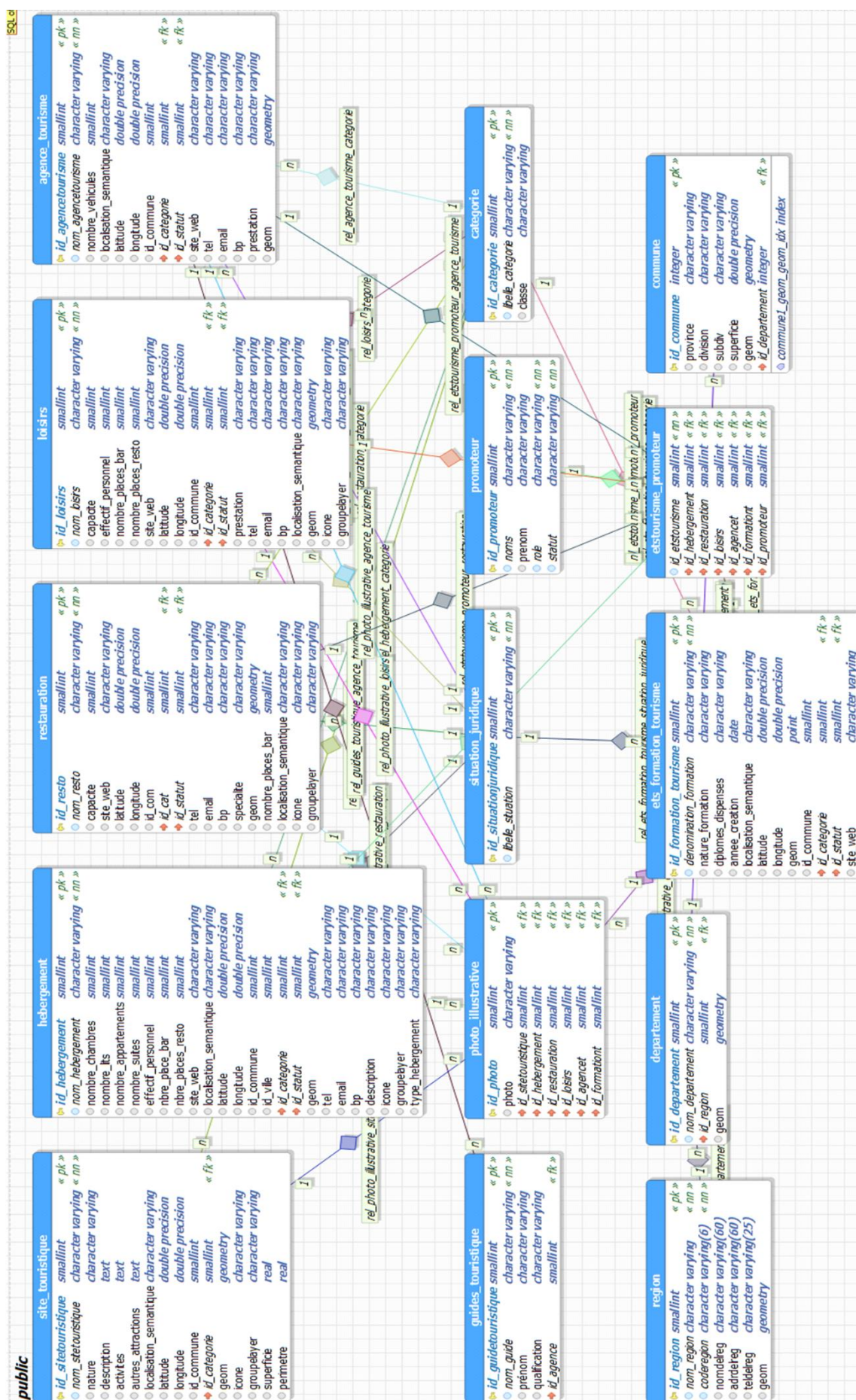


Fig. 1. Diagramme des cas d'utilisations pour l'application webmapping touristique sur le Cameroun

Cette figure montre qu'un utilisateur peut afficher par catégorie toutes les offres touristiques (sites touristiques, hébergement, restauration, Loisirs) disponibles sur le Cameroun. Une fois les offres affichées sur la carte, l'utilisateur peut les interroger pour accéder aux informations descriptives et notamment aux photos illustratives. L'utilisateur a aussi la possibilité de faire des recherches multicritères en fonction du besoin.

3.3 MODELE CONCEPTUEL DES DONNEES

La figure ci-dessous présente le modèle conceptuel des données conçu pour l'application webmapping touristique sur le Cameroun.



Ce Modèle Conceptuel des Données (MCD) contient quinze (15) entités donc les principales sont: « sites touristiques », « hébergement », « restauration », « loisirs ». Les autres entités représentent des informations complémentaires: photo-illustratives, promoteur, catégorie, région, département, ville/commune, etc.

3.4 PLATEFORME

L'application utilise le **fond cartographique d'OSM**, qui est assez fourni pour le Cameroun.

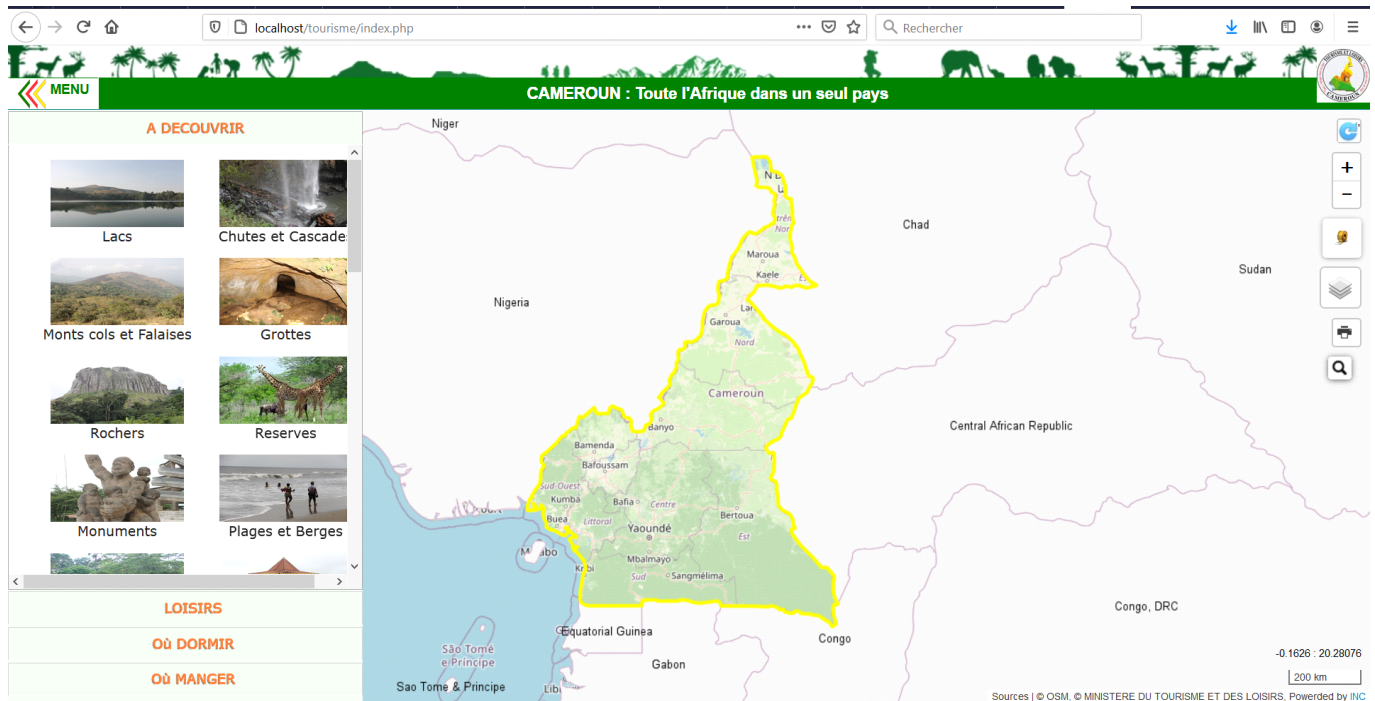


Fig. 2. Interface d'accueil de l'application touristique sur le Cameroun

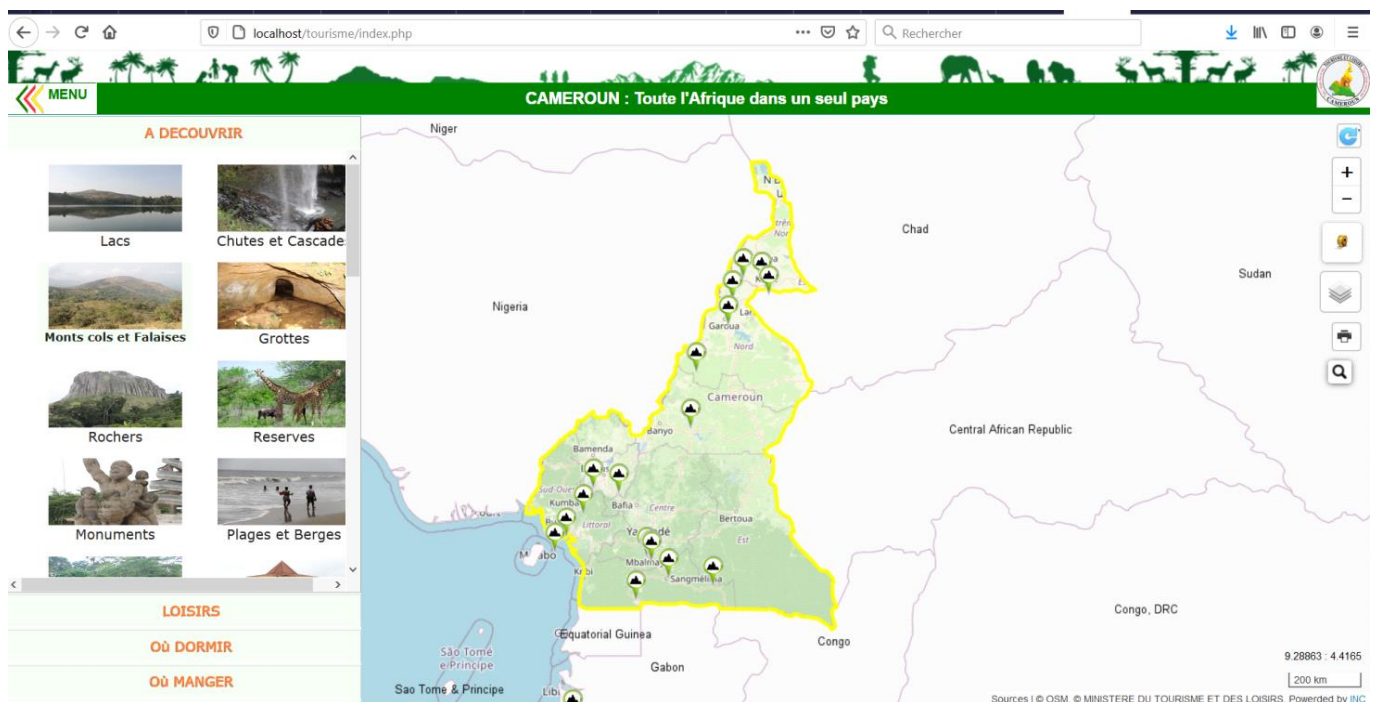


Fig. 3. Ensemble des Monts et falaises disponibles au Cameroun

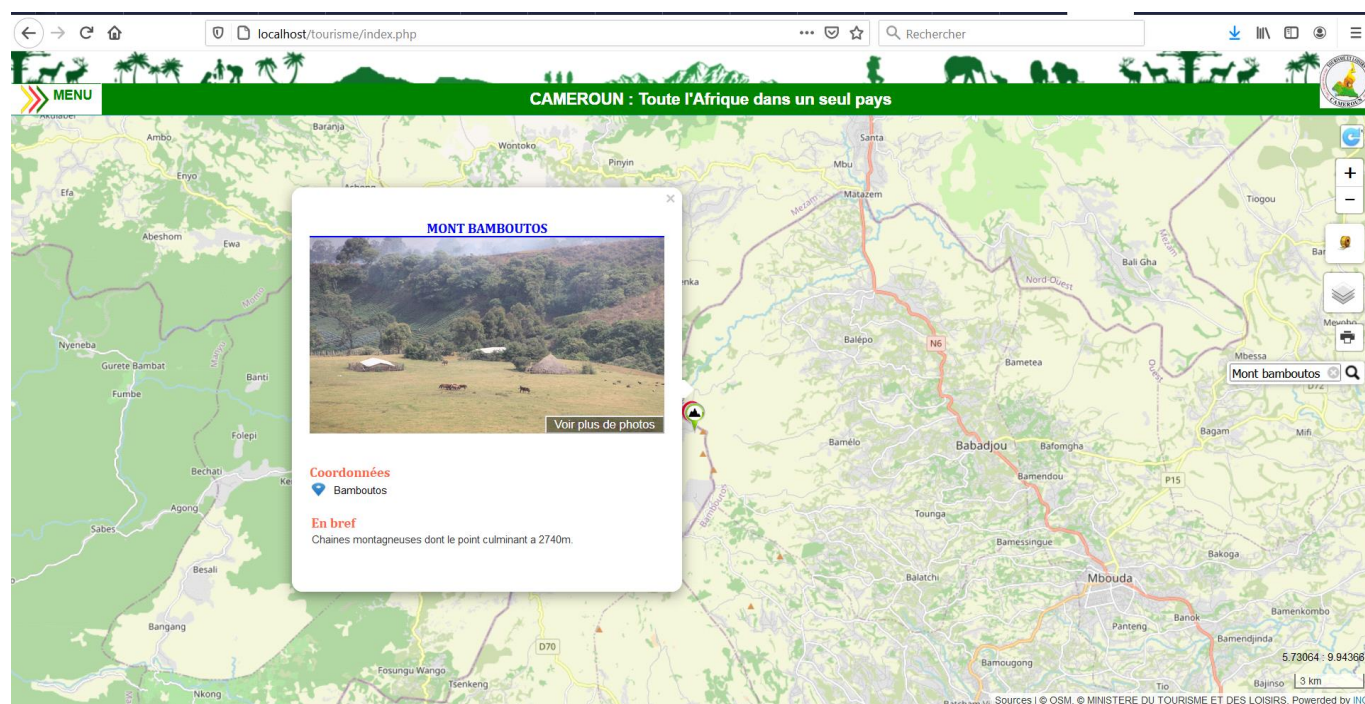


Fig. 4. Application fournie une carte multi-échelle et interactive

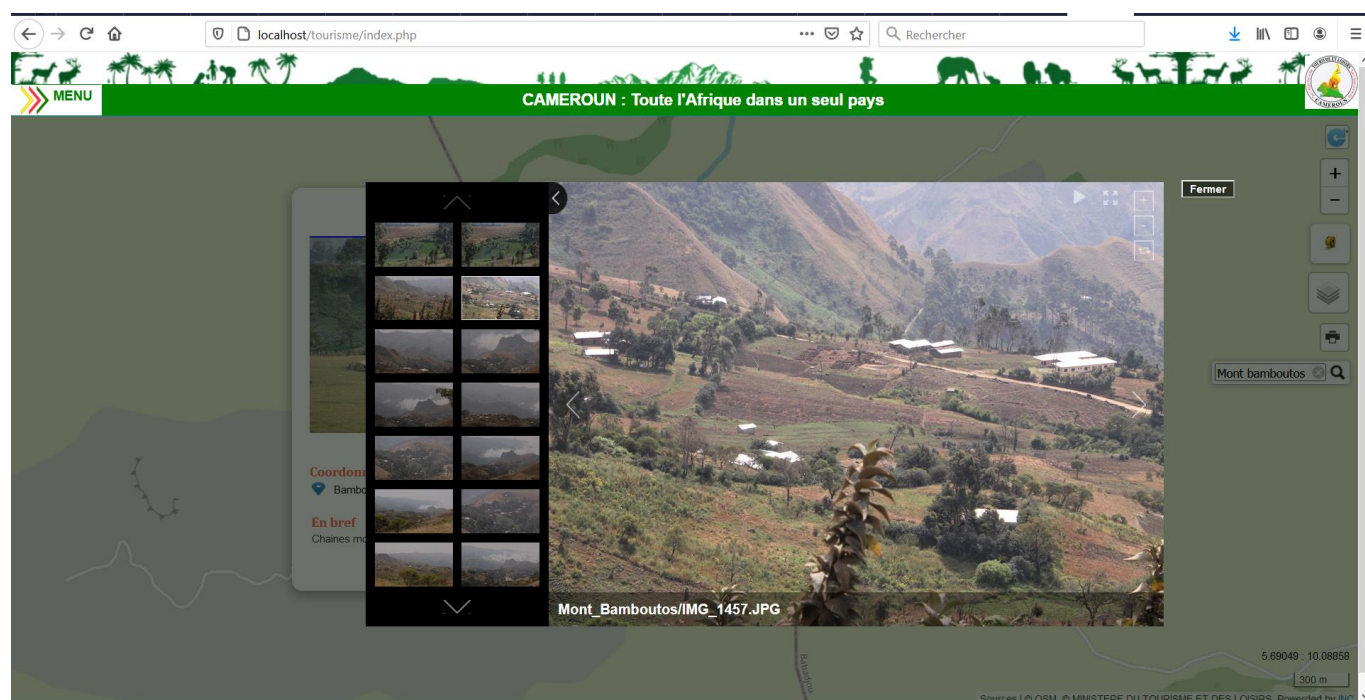


Fig. 5. Application offre des galeries photos pour illustration des offres touristiques

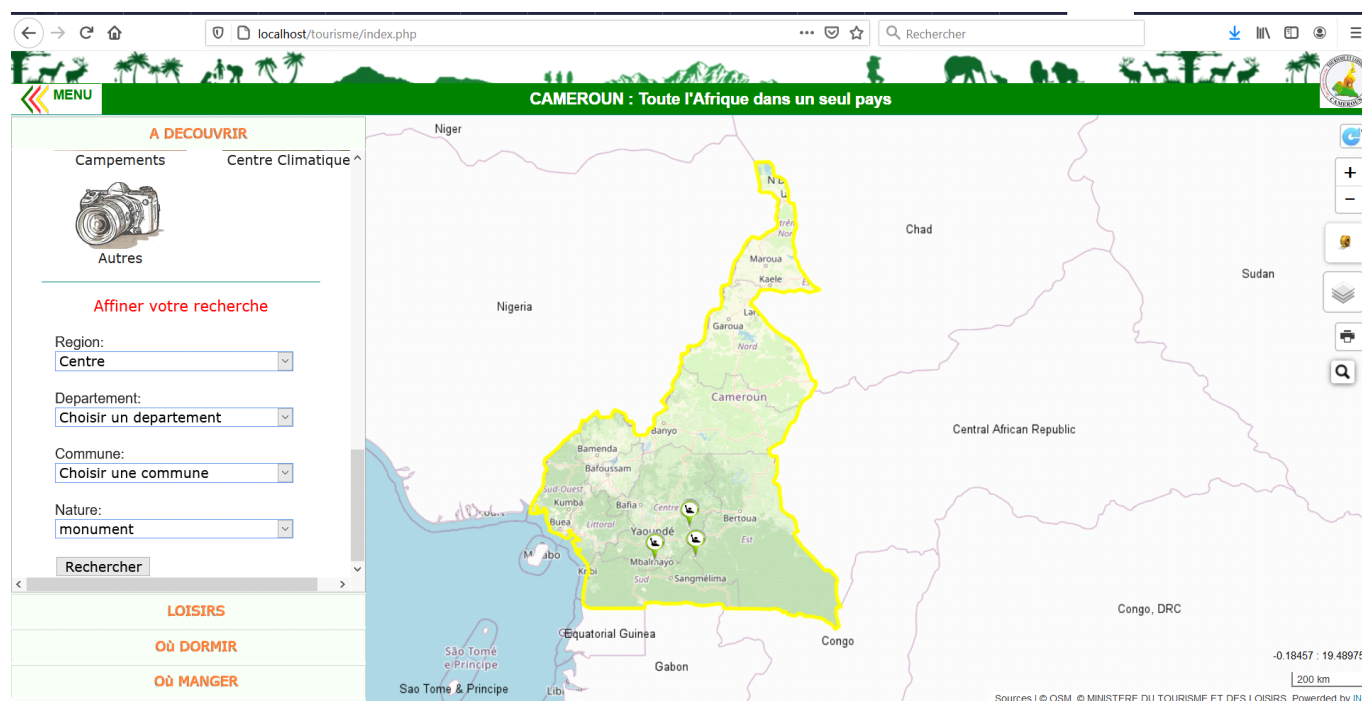


Fig. 6. Possibilité de faire des recherches multicritères. Exemple « tous les monuments dans la région du centre »

4 DISCUSSION

L'application webmapping touristique sur le Cameroun, ici présentée, vient améliorer la version existante en y introduisant une carte multi-échelle permettant d'obtenir jusqu'au plan de localisation des offres touristiques disponibles. Elle y apporte également le volet interactif de la carte, essentielle pour une meilleure communication, car l'utilisateur accède au besoin, aux informations descriptives des offres touristiques ainsi qu'aux photos illustratives. La plateforme en l'état peut dès lors être mise en ligne et être consultée par les touristes tant au niveau national qu'international, pour la découverte des offres touristiques disponibles au Cameroun.

5 CONCLUSION

En 2012 le Cameroun a mis en œuvre une application webmapping pour la diffusion de son offre touristique et particulièrement des efforts consentis pour améliorer le taux de visite de ces lieux touristiques. Toutefois en raison de problèmes d'utilisabilité de l'interface de cette application, notamment l'utilisation d'une carte statique et mono-échelle au 1/500 000, la plateforme n'a jamais pu être publiée. Dans cet article nous avons proposé, le développement d'une nouvelle application pour combler ces défauts.

Suivant un modèle en cascade, la mise en œuvre de cette plateforme s'est étalé sur quatre phases: l'analyse de l'existant et des besoins, l'élaboration du cahier des charges fonctionnelles, l'analyse et la conception, l'implémentation et les tests. Au niveau de l'analyse de l'existant et des besoins, les travaux ont été réalisés en collaboration avec le MINTOUL à partir d'interviews auprès des services techniques compétents. Les phases d'analyse et de conception ont été élaborées suivant le formalisme UML. Quant à l'implémentation, l'environnement de développement était essentiellement constitué d'outils libres (mapserver, Apache, postgresql/postgis, leaflet, jquery, ...). Comme résultat on note la modélisation de la base de données et une nouvelle interface d'utilisation, qui permet sur un fond cartographique multi-échelle d'accéder aux offres touristiques au besoin et de consulter les informations descriptives.

Néanmoins des efforts peuvent encore être faits pour parfaire cette application. Ces efforts peuvent se situer en deux points. Le premier point porte sur l'introduction du calcul d'itinéraire qui permettrait de guider le touriste pour un déplacement plus optimal au lieu de son choix. Le deuxième point concerne l'intégration de la collecte volontaire de l'information géographique. En effet la disponibilité d'une telle plateforme est bien mais souffre souvent d'un problème de mise à jour de données trop lente ou inexistante, car la donnée coûte chère en temps et en argent. La collecte volontaire de l'information géo spatiale sur le tourisme et par les touristes, contribuerait à maintenir la plateforme à jour car ces derniers sont régulièrement sur le terrain.

REFERENCES

- [1] Bert Veenendaal, Maria Antonia Brovelli and Songnian Li. 2017 Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions. International journal of geoinformation.
- [2] A Kadochnikov et al. 2019 Software tools for web mapping systems. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 516 012007.
- [3] Foody, G, See, L, Fritz, S, Mooney, P, Olteanu-Raimond, A-M, Fonte, C C and Antoniou, V (eds.) 2017 Mapping and the Citizen Sensor. London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf>
- [4] Taha Alfadul Taha Alil, al. 2017 Sites touristiques des hôtels d'affaires SIG sur le Web À Khartoum, Soudan. Conférence internationale sur l'ingénierie de la communication, du contrôle, de l'informatique et de l'électronique (ICCCCEE), Khartoum Soudan.
- [5] NEMICHE M., ESSALHI A., AIT EL HADJ A. & MAROUAN S. 2012 La mise en place d'un SIG pour la gestion de l'activité touristique dans le sud-est du Maroc. International Conference of GIS-Users, Taza GIS-Days, May 23-24 2012.
- [6] Nikolaos Karanikolas and Dimitris Sarafidis. 2008 TOURIST CARTOGRAPHY ON THE INTERNET, A PROPOSAL FOR THE CITY OF THESSALONIKI. International Conference on Cartography and GIS Proceedings.
- [7] <https://www.google.fr/maps/>.
- [8] [https://maps.me/"ps://maps.me/#gsc.tab=0](https://maps.me/).
- [9] <https://www.openstreetmap.org>.
- [10] <https://www.ushahidi.com/>.
- [11] <http://www.urbanmobs.fr/fr/>.
- [12] <http://www.internetactu.net/2008/06/20/citysense-le-pouls-de-la-ville/>.

A brief analysis of the views of the Muslim reformists on the issue of Islam and its compatibility with modernity

Abdeladim Zehani

Department of English, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Copyright © 2021 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 many Muslim societies, there is still an on-going debate on the issue of Islam and the notion of modernity among many Muslim scholars. The problem centres mainly on what relationship could possibly be there between the religion of Islam and Modernity. Many Muslim scholars who call themselves as reformists attempt to find out if there is any compatibility between Islam and modernity. This Article tries to analyze the views of some Muslim reformist scholars on the issue of Islam and its compatibility with modernity.

KEYWORDS: Modernity, Islam, compatibility, Muslim reformists.

1 INTRODUCTION

Today, it is obvious that the civilization of the west is the current and dominant civilization to which people are heading to for guidance and inspiration on progress and development, and Muslim societies are faced with the dilemma of how to adapt to this civilization without diluting their Islamic traditions. This article seeks to answer this central question: Is there any kind of compatibility between Islam and modernity, the civilization of the Western world.

It is crystal clear that the debate between Islam and modernity continues to echo in Muslim societies. "Modern", "modernity" and "modernization" are facing us a lot these days in mass media as well as in many political and social discussions. These abstractions seem to be interrelated and revolve around the notion of change, from the ancient to the new. However, the concept of modernity is still ambiguous and has many different interpretations. It is not a clear unified coherent phenomenon, but it is rather a complex and multidimensional one. It has different schools of thoughts moving in many directions.

2 MODERNITY AND RELIGION

The term modernity derives from the word "modern" which stems etymologically from the Latin "modernus" which means new, latest, recent or just now. In the Western history, the word "modern" was first used in 490-500 which shows the displacement of the old Roman period to the new Roman period. Generally, modernity designates a change in culture from the old to the new. It is always associated with the sweeping changes that take place in a certain society. It involves implicitly a comparison between times: past and present. Therefore, modernity, in this context, means novelty, progress and innovation. However, according to Heller (1999), as the emphasis of modernity is on novelty and better future, everything in modernity is open to be questioned and tested everything is a target to be investigated in order to obtain advancement; and everything is assessed, if accompanied by rational and empirical arguments. Therefore, modernity is always seen as a continuous effort to improve the lives and to achieve progress.¹

The principal goals of modernity are change, development and improvement. It is an ambitious project that is based on the central idea that today must always be better than tomorrow. In his definition, the Swedish social theorist Göran Therborn (1995) claims that Modernity is frequently associated "with words like progress, advance, development, emancipation, liberation,

¹ Heller, Agnes. (1999). A Theory of Modernity. Massachusetts: Blackwell Publisher.

growth, accumulation, enlightenment, embitterment, [and] avant-garde" (p. 4).² On the other hand, Wagner (2008) sees it, until recently, "modernity was associated with the open horizon of the future, with unending progress towards a better human condition brought about by a radically novel and unique institutional arrangement" (p. 1).³

The birth of the concept "modernity" is generally dated back to the middle of the eighteenth century. It was the fruit of the enlightened humanism, the industrial and technological expansiveness and the emergence of political, economic and social change. It also represents the transformation of the Western society and culture which was the product of bloody revolutions and of brilliant ideas. As a matter of fact, modernity originated from the American Revolution (1763 – 1789) and the French Revolution (1789 – 1799) which openly called for individual's rights, emancipation, liberation, individuality and rationalism. Hence, modernity was a project of enlightenment of Europe and North America with an emphasis on rationality, regularity, effectiveness of the state, control and trust on progress.

Modernity is understood by many experts as a revolt against traditions and authority of all kind, especially the religious one. Since modernity owes its origins to the rise of science as an intellectual and social force, the existence of religion seems to be ignored and marginalized. In fact, in the process of modernity, divine revelation and religious authority as the interpreter of God have been lost in many western societies, and human life no longer relies on the intervention and action of God alone, but it rather leans primarily on science and rationality. Modernity has come to replace all the patterns of thinking that are irrational and unscientific with more rational and scientific ones. Therefore, human, in the process of modernity, has become independent from the religious doctrines and authorities; human has become as the centre and not God as the centre. A modern society, which is based on scientific method, industry and technological advance, has created new principles and rules that bind all, a secular morality and a rational system that substitute for the religious principles. Nowadays, in many modern societies in the developed countries, (especially, in Europe, North America and Japan), religious authorities are no longer able to dictate religious morality and social control over issues like abortion, sexual orientation, the necessity of marriage before the birth of a child and so on and so forth.

3 MODERNITY AND ISLAM

A number of Muslim reformists think that modernity and Islam converge at certain points. The Muslim scholars such as Jamal al-Din al-Afghani, Muhammad Abduh, Rashid Rida, Abd El-Razzak El-Sanhuri, Syed Ahmad Khan, Ali Abdel Raziq and others believe that Islam is compatible with modernity and with many western social values. They argue that the issues of democracy, civil rights, gender equality, rationality, social justice, human rights, freedom of thoughts and expressions, good education, development of science and technology and etcetera do not contradict with Islam. They go further than that as they advocate that Muslim societies should copy and adopt these issues since they are not against the tenets of Islam and they are in no way form hindrance to the practice of the Islamic faith.

In his book, *Islam, the West and the Challenges of Modernity*, Tariq Ramadan says:

*"Nothing in Islam is opposed to modernity and we can firmly state that the Muslim thinkers and 'ulama' (savants) who are opposed to this notion and to the idea of change and evolution that it covers often confuse it with the model which is current in the West». Clearly, they confuse modernity with Westernisation. Thus, they justify an attitude versed in traditionalism and forms which are sometimes sombre and rigoristic, and which presents Islam as opposed, by essence, to any social or scientific progress. Hiding behind the "drifts of the West", they deduce that faithfulness to the Message is achieved by an "absolute" and definitive interpretation of the sources."*⁴

To overcome this dilemma, Tariq Ramadan calls for reinterpretation of the Quran and the Sunna in the light of modern context in order to respond to the needs of the time and place. For him, Islam is a universal message and it fits every place at anytime, and therefore it never contradicts with modernity, but rather, some scholars' misinterpretations which are opposed to our modern time. He holds that Muslims, today, should no longer rely on scholars of the text, as he believes that they limit themselves by the literal meaning of the text and neglect many contemporary challenges and issues such as social sciences, education, women, economy, philosophy and politics.

On the other hand, those Muslim reformist scholars who believe in compatibility between Modernity and Islam focus only on some social issues and institutions which they feel define the modern Western societies. Concerning the issue of politics, Ali Abdel

² Therborn, Göran (1995). *European Modernity and Beyond: The Trajectory of European Societies, 1945-2000*.

³ Wagner, Peter (2008). *Modernity as experience and interpretation*. Cambridge: Polity.

⁴ Ramadan, T. (2000). *Islam, the West and the Challenges of Modernity: Which Project for Which Modernity?* Leicester, U.K.: Islamic Foundation.

Raziq claims that Islam has never been against democracy and democratic institutions and values. He points out that Islam is a religion and a message of God and not a government or a state. Abdel Raziq argues that the message of Islam was not concerned with the issue of governance and politics in the first place, but rather it had to do with religious and spiritual matters. Although Abdel Raziq admit the fact that the prophet Mohammed had some kind of control over his followers because “the Message in itself obliges [him] to have some kind of leadership and authority over his people”; he says that this “is nothing like the leadership of kings and the authority they have over their subjects.” Therefore, the prophet’s leadership should not be compared with presidency or leaderships of kings that exist in many political systems because:

“The Messenger’s trusteeship over his people is a spiritual trusteeship whose origin is faith from the heart, and the heart’s true submission followed by the submission of the body. On the other hand, the trusteeship of the ruler is a material one. It depends on subduing bodies without any connection to the heart. While the former is a trusteeship leading to God, the latter is one for managing life’s concerns and populating the earth. While the former is religion, the latter is the world. The former is divine, the latter is human. The former is a religious leadership, the later a political one – and there is much distance between politics and religion.” (Abdel Raziq, p.30) ⁵

Hence, Ali Abdel Raziq insists on the idea that Islam is a message and a religion from God like any other religions. On this basis, Islam should not be interpreted in any political sense. According to him, politics is an affair that should be left to people who are “free to manage it in the manner that their minds, knowledge, interests, desires, and tendencies would guide them.” (Abdel Raziq, p.35). This indicates that Muslims are free to choose which ever system of governance suits them and is in their interest, including democracy which Abdel Raziq believes is compatible with Islam.

There are also some Muslim scholars who argue that Muslims have to accept and adopt democracy as means of governing and running their states and societies. They believe that democratic principles and values have nothing to do with the tenets or fundamentals of Islam. Indeed, the majority of these scholars hold that the concept of “Shura” is compatible with democracy, as they have many principles in common. They are both based on the notion of consultation and popular will or choice of the people.

Muhammed Khalaf is one of these scholars who claim that there is compatibility between the concept of “Shura” and democracy. After conducting a comparative study on the concept of “Shura” in Islam and the legislative arm of government in Western nations and democracy, he comes up with the following findings:

1- On the issue of law: “They [the Europeans] say that the umma is the source of laws. We [Muslims] say the same thing with regard to matters for which there is no Qur’anic reference or mention in the sunna, as the Imam [Fakhr al-Din] al-Razi has stated. And very few things have such references [in the Qur’an]

2- On the issue of representation and election: “They [the Europeans] say there must be those who would represent the people so that what they decide would be as if the people had decided it. We too say the same thing. They say that this is known as elections, and that they have different ways of organizing them. We have not been limited by the bounteous Qur’an to a specific way. We have the right to follow in every age the way we feel will achieve what is intended. [God] called those who represent the people “those in authority, ” which means those who are distinguished among the people, to whom people’s interests are referred, whom the people feel safe in following. They may be confined to the center of government at times, as they were at the beginning of Islam.

3- On the issue of obedience and change of government: “They [the Europeans] say that if [the representatives] agree, the government must execute that which they agree upon. And the people must obey. They have right to bring down the ruler if he does not execute their law. And we say the same thing. This is the real consensus which we consider to be one of the fundamentals of our law.”

4- On the issue of the majority: “They [the Europeans] say that if they disagree, the opinion of the majority should be followed. We know that the Prophet acceded to the opinion of the majority, even if it was incorrect, as occurred during the battle of Uhud. And this position on his part, peace be upon him, trained us. The opinion of the majority is not the correct opinion – but it is the one on which people with real interests agree.” (Muhammed Khalaf, p.35-45) ⁶

Therefore, Muhammed Khalaf strongly believes that democracy as a principle does exists in the religion of Islam and it is perfectly compatible with its fundamentals and principles. This claim is supported by Sadek J. Sulaiman who says “ [a] s a concept

⁵ Ali , Abdel Raziq “Message not government, religion not state”, in Liberal Islam: a source book, Charles Kurzman, ed., (New York: Oxford University Press 1998)

⁶ Muhammad Khalaf-Allah, “Legislative authority”, in Liberal Islam: a source book, Charles Kurzman, ed.; Sadek J. Sulaiman, “Democracy and Shura” in Liberal Islam: a source book, Charles Kurzman, ed.

and as a principle, "Shura" in Islam does not differ from democracy. Both "Shura" and democracy arise from the central consideration that collective deliberation is more likely to lead to a fair and sound result for the social good than individual preference. Both the concepts also assume that majority judgment tends to be more comprehensive and accurate than minority judgment." (Sadek J. Sulaiman, 1998) ⁷

On the other side of the coin, the issues of human rights and social justice, which are considered as essential elements of democracy, need to be questioned in many Muslim states. In fact, there are many laws and traditions, in the majority of Muslim countries, violate the universal declaration of human rights in the United Nation's charter, limit the rights of people and consequently contradict with the core principles of democracy and modernity. In this context, we can list some examples of these laws and traditions as follow:

- 1) Under the Islamic law, it is forbidden for Muslim women to marry a non-Muslim whom they love.
- 2) Until recently, it was forbidden for women to drive a car in Saudi Arabia.
- 3) In Iran, women are officially supposed to wear a headscarf.
- 4) In Syria, marriage contract is signed by the future husband and the father of the bride.
- 5) A non-Muslim cannot inherit a Muslim and vice versa.
- 6) Concerning inheritance rights of women in Islamic law, a woman has been allocated only half of the share of the man.
- 7) It is illegal for a Muslim to change her/his religion from Islam to other religion such as Christianity or Judaism.
- 8) Although slavery is abolished in practice in Muslim societies, it is still recognized by the "Sharia".

These are just a few examples that illustrate the situation of human rights and social justice in many Islamic states, but the list is endless. According to Muslim reformists, these kinds of laws and traditions are no longer tenable and relevant to today's modern world. They repeatedly call for reforming these laws and changing these traditions by urging Muslims to use the tool of "Ijtihad" to correct this situation. Abdullahi Ahmed Naim says that the "discrimination on grounds of religion and gender under shari'a ... violates established universal human rights." He believes that such discrimination is behind a lot of conflicts and wars. For this reason, Naim sees that "discrimination on grounds of either gender or religion is morally repugnant and politically untenable today." ⁸

In his comment on the issue of slavery in Islam, Abdullahi Ahmed Naim says that "In continuing to recognize slavery as a lawful institution, even if only in theory, shari'a is in complete violation of the most fundamental and universal human right. It is very significant that slavery was abolished in the Muslim world through secular law and not shari'a and that shari'a does not object to the reinstitution of slavery under its own conditions regarding the source of slaves and conditions for their treatment." ⁹

As far as the issue of freedom of thought and expression is concerned, many Muslim reformist scholars as well as human rights activists long for the freedom of thought and expression similar to the one that exists in the modern Western societies. They vehemently advocate for the right of the people to speak their minds freely and express their thoughts without prior censorship, and without fear of reprisal. They hold that the freedom of thought and expression is one of the fundamental rights of people that are provided for in the universal declaration of human rights of the United Nations' charter, and since most of the Muslim nations are signatories to the charter; they have to respect and protect these rights. They also consider the freedom of thought and expression as one of the basic principles of democracy. For this reason, many Muslim scholars insist on implementing the democratic political system in the Muslim societies because they believe that the rights of the people will be better protected under the principles of democracy. Since they believe that democracy is compatible with the principle of Shura in Islam, they hold that the democratic system will not be an impediment to practicing the Islamic faith, but rather it will guarantee the rights of Muslims (male and female), and non-Muslims under one common law and a fair justice.

Another controversial social issue which is still under a daily discussion and has created a lot of heated debates among Muslim scholars is the issue of women's rights in the Muslim societies. While women in most of the Western modern societies are given rights to work and compete with men in all spheres of life, enjoy equal rights to the participation in sports and recreation activities, enjoy equal status and exercise equal rights in political and public affairs; Muslim women are still suffering from gender discrimination and are still restricted by the clause that they are different or the weaker sex compared to their male counterparts. This has pushed many Muslim women and reformist scholars to voice out their displeasure in the way women are treated by the Muslim men especially in the dominant Muslim societies. Gwendolyn Zoharah Simmons says:

⁷ Sadek J. Sulaiman (1998), *"Democracy and Shura"*, Ed. Charles Kurzman (New York: Oxford University Press)

⁸ 'Abdullahi Ahmed An-Na'im, *"Shari'a and basic human rights concerns"*,.

⁹ Abdullahi Ahmed An-Na'im, *"Shari'a and basic human rights concerns"*,.

*"When women are going on space missions and walking on the moon, flying F-16s, performing heart transplants, and so on and so on, can we continue talking and preaching about woman being created from a rib and that this has determined that she is too emotional and mentally fragile to work outside the home or to pursue a meaningful career? The facts on the ground dispute these contentions, resolutely. We must let these myths go. We must bring the best of Islam into the twenty-first century and stop dragging those antiwoman perspectives and interpretations of medieval men into our masjids, our classrooms, our homes, and our hearts."*¹⁰

Other scholars, like Zoharah Simmons, choose to remain Muslims and struggle for the cause of women's rights in their Muslim societies. They reread and interpret the Quran and Hadith of the Prophet Mohammed in the light of the modern context and come to the conclusion that it is not the holy text that is biased against Muslim women, but, rather, it is the patriarchal interpretation of the holy text by the Muslim males which is responsible for the glaring discrimination against women. In her comment on the patriarchal interpretation of the message of Islam, Benazir Bhutto says.

"It is not religion which makes the difference. The difference comes from man-made law. It comes from the fact that soon after the Prophet died, it was not the Islam of the Prophet (s.a.w.) that remained in place. What took place was the emergence or the re-assertiveness of the patriarchal society, and the religion was taken over to justify the norms of the tribal society, rather than the point that the Prophet (s.a.w.) had made in replacing the tribal society with a religion that aimed to cut across narrow loyalties and sought to create a new community, or umma, on the basis of Islam and the message of God." (Benazir Bhutto, 1998)¹¹

Also, a host of Muslim scholars and activists like Fatima Mernissi, Amina Wadud and others share the same view, and they therefore reject the strict patriarchal interpretation of the holy text which restricts Muslim women from doing so many things. They assert the rights of Muslim women to participate actively in their societies, to live free from violence and discrimination; to enjoy the highest attainable standard of physical and mental health; to be educated; to own property; to vote; and to earn an equal wage.

Concerning the issue of education, the Muslim reformists hold that Muslims should reform their educational system in order to catch up with the modern western societies. Instead of recycling and glorifying their past heritage and achievements, Muslims are urged by some scholars to think of a new educational system that copes with the challenges of globalization, the continuous world changes and the industrial and technological advances, and also to suit their modern time. Other reformists call for a complete adoption of the educational system of the Western modern societies as they believe that this educational system has led to a great success especially in the fields of philosophy and science; and this, according to them, has brought about a high quality of livelihood, peace, security and unity; good governance and rule of law; a well educated and learning society; and a strong and competitive economy.

Muslim reformists consider adopting the modern Western method of education and knowledge as the only solution for the Muslims progress, and they insist "on the idea of independent, innovative thinking as an important element in dealing with socio-economic problems because the Qur'an encourages... man to think, to reflect, to use his reason, and to exploit nature for beneficial human ends."¹²

On this basis, Muslim reformists believe that the pursuit of knowledge and science never contradicts with Islam, but rather Islam, as a religion, urges people to read, to learn, to think about the creation of the universe and to use their reason to seek the truth. So, according to them, Islam and modernity converge at the level of education and knowledge. Therefore, the Muslim reformists claim that since the modern western societies have achieved a lot of success and progress in different fields through 'independent' and 'innovative' thinking, Muslims should follow the same path to develop their societies. Some scholars, like Sayyid Ahmad Khan, call for the reinterpretation of the Qur'an in the light of the modern sciences and the new discoveries. He says, "...truth cannot contradict truth; therefore there cannot be any discrepancy between the truth of God, of the Qur'an and of science. Further, the word of God and the work of God as we get to know it better by the advancement of Science cannot contradict each another or be at variance."¹³

Mohammad Abduh also suggests that the system of education and knowledge in Al-azhar should be reformed so that it can be compatible with the modern Western educational system. He says, "... since the nation has developed, times have changed, and new ways of life need a new type of education. It is a duty, in the interest of Egypt and the Islamic world, to reform the subject

¹⁰ Gwendolyn Zoharah Simmons, "Are we up to the challenge? The need for a radical re-ordering of the Islamic discourse on women" in *Progressive Muslims: on justice, gender, and pluralism*

¹¹ Benazir Bhutto, *"Politics and the Muslim woman"*, in *Liberal Islam: a source book*, 109.

¹² Abdul Wahab Saleh Babear, "Intellectual currents in contemporary Islam", 242.

¹³ Christian W. Troll, Sayyid Ahmad Khan: a reinterpretation of Muslim theology, 165.

and themes of sciences. The reformation should include the content of the books and even the names of the sciences themselves. It could even change the content of specific sciences. The only thing that remains, then, is a title to be applied to this totally different content.”¹⁴

It seems clear that Muslim reformists are impressed and influenced by the educational system of the modern Western societies that is why they vehemently insist on the idea that the educational system in the Muslim societies should be fashioned on the pattern of the Western world. They argue that the system of education in the Islamic world is still traditional, “passive and receptive rather than creative and inquisitive.”¹⁵ Meanwhile, the modern western educational system encourages critical thinking, enables man to respond adequately to new challenges, and generates a creative and well educated society.

Related to the issue of education and knowledge mentioned above, Muslim reformists are also concerned with the issue of science and technology. Jamal al-Din al-Afghani holds that Muslims have to accept and to adopt the Western science and technology in order to develop their nations. He claims that there is something wrong in the Islamic religion that hinders the development of science and philosophy. He says, “In truth, Muslim religion has tried to stifle science and stop its progress. It has thus succeeded in halting the philosophical or intellectual movement and in turning minds from the search for scientific truth.”¹⁶ However, he thinks that this hindrance to science and technology could be easily overcome through the reinterpretation of the holy text and through a real reform of many wrong perceptions in the Islamic traditions. Al-Afghani supports his idea by giving the example of the Christian religion as it posed the same obstacle to the development of science and philosophy, and it was eventually overcome by the Western thinkers, scientists and philosophers. He says,

“If it is true that the Muslim religion is an obstacle to the development of sciences, can one affirm that this obstacle will not disappear someday? How does the Muslim religion differ on this point from other religions? All religions are intolerant, each one in its way. ... Realizing, however, that the Christian religion preceded the Muslim religion in the world by many centuries, I cannot keep from hoping that Muhammadan society will succeed someday in breaking its bonds and marching resolutely in the path of civilization after the manner of Western society, for which the Christian faith, despite its rigors and intolerance, was not at all an invincible obstacle.”¹⁷

For, Jamal al-Din al-Afghani, the development of the Islamic nations is dependent on the reform of their religion. He holds that the progress will be inevitable if the Muslims free themselves from the tutelage of their religion. This view had a strong influence on his student Muhammad Abduh who called for a complete overhaul of education in the Muslim world. He holds that “nation has developed, times have changed, and new ways of life need a new type of education.”¹⁸ Sayyid Ahmad Khan also agrees with al-Afghani’s point of view and he suggests a complete reinterpretation of the Islamic text in order to conform to modern scientific discoveries. He also advises Muslims to hasten to learn and adopt the modern scientific knowledge so that they can catch up with the modern Western societies. In this regard, Jamal al-Din al-Afghani says: “...those who forbid science and knowledge in the belief that they are safeguarding the Islamic religion are really the enemies of that religion. The Islamic religion is the closest of religions to science and knowledge and there is no incompatibility between science and knowledge and the foundation of the Islamic faith.”¹⁹

4 CONCLUSION

It is obvious that the majority of the Muslim reformists are aware of the fact that the Islamic nations are lagging behind in many aspects of life, and they attribute this to the misinterpretation of the holy text and to some traditions and laws which were constructed by “the medieval men”. For this reason, they believe that a reformation of Islam becomes a must, and they hold that this reform should take into cognizance the present modern trends, the way of living in the contemporary time and the new knowledge and modern science and technology. In theory, they try to show that Islam is compatible with modernity and they give many examples such as the compatibility of Shura and democracy, the pursuit of knowledge and science in Islam as well as the condemnation of discrimination on ground of colour in Islam and so on and so forth, but in reality, many practices in Islam still contradict the notion of modernity as they violate some basic human rights, perpetuate discrimination on grounds of gender and religion and encourage hatred and violence.

¹⁴ Muhammad ‘Abduh, “The necessity of religious reform”, in *Modernist and fundamentalist debates in Islam*, 46 – 47.

¹⁵ Pervez Hoodbhoy, *Islam and science: religious orthodoxy and the battle for rationality*, 124.

¹⁶ Sayyid Jamal al-Din al-Afghani, “Religion versus science” in *Modernist and fundamentalist debates in Islam*, 25.

¹⁷ Sayyid Jamal al-Din al-Afghani, “Religion versus science” in *Modernist and fundamentalist debates in Islam*, 25.

¹⁸ Muhammad ‘Abduh, “The necessity of religious reform”, in *Modernist and fundamentalist debates in Islam*, 46.

¹⁹ Jamal al-Din al-Afghani, “Lecture on teaching and learning and answer to Renan”, 106.

It seems that the majority of Muslim reformists see the backwardness of the Muslim societies as the outcome of their failure to open up and learn from the successful experiences of the modern Western societies which have benefited a lot from the changes that are brought about by modernity. They believe that Muslims tend to reject anything new that comes from the west including modernity and its ideological purposes. Therefore, these scholars have done much effort to convince Muslims to borrow and adopt modernity assuring that the principles of modernity are not against the tenets of Islam and they are in no way form hindrance to the practice of the Islamic faith. They advise Muslims to open the gate of “ijtihad” in order to interpret the Islamic percept in the light of their contemporary time.

REFERENCES

- [1] Abdul Wahab Saleh Babeair, “Intellectual currents in contemporary Islam”, 242.
- [2] Ali, Abdel Raziq “Message not government, religion not state”, in *Liberal Islam: a source book*, Charles Kurzman, ed., (New York: Oxford University Press 1998), 29 –36.
- [3] Benazir Bhutto, (1998). “Politics and the Muslim woman”, in *Liberal Islam: a source book*, 109.
- [4] Gwendolyn Zoharah Simmons, “Are we up to the challenge? The need for a radical re-ordering of the Islamic discourse on women” in *Progressive Muslims: on justice, gender, and pluralism*, 243 – 244.
- [5] Heller, Agnes. (1999). *A Theory of Modernity*. Massachusetts: Blackwell Publisher.
- [6] Kurzman, ed.; Sadek J. Sulaiman, “Democracy and Shura” in *Liberal Islam: a source book*, Charles Kurzman, ed.
- [7] Muhammad Khalaf-Allah, “Legislative authority”, in *Liberal Islam: a source book*,.
- [8] Ramadan, T. (2000). *Islam, the West and the Challenges of Modernity: Which Project for Which Modernity?* Leicester, U.K.: Islamic Foundation.
- [9] Sadek J. Sulaiman (1998), “Democracy and Shura”, Ed. Charles Kurzman (New York: Oxford University Press).
- [10] Therborn, Göran (1995). *European Modernity and Beyond: The Trajectory of European Societies, 1945-2000*.
- [11] Wagner, Peter (2008). *Modernity as experience and interpretation*. Cambridge: Polity.

La protection des victimes des conflits armés au Nord-Kivu: Evaluation critique des interventions du Comité International de la Croix-Rouge (CICR)

Nsabua Tshiabukole José¹ and Ngila Kikuni Ibrahim²

¹Professeur, Université de Kinshasa, RD Congo

²Assistant, Université Officielle de Bukavu, RD Congo

Copyright © 2021 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 issue of conflicts in eastern DRC and particularly in North-Kivu remains worrying. Their adverse effects claim many victims with complex and unlimited needs. Several local, national and international organizations are supporting the government in order to face this situation, but the RCIC remains in a better position, due to its mandate to promote and protect the IHL. This organization has carried out activities to assist and protect victims of conflicts in eastern DRC. Multisectoral assistance to victims, transparency and collaboration with other actors are all positive aspects that characterized the RCIC's activities. On the other hand, the poor coverage of response to needy persons, the weak communication on its action and the priority on the curative remain aspects that must be improved. Thus, improving the coverage of response to persons in need, strengthening both cooperation and communication about its action are the proposed mechanisms to make more effective the RCIC's action in favor of the conflicts' victims in North-Kivu.

KEYWORDS: Protection, International Humanitarian Law, victims, conflicts, vulnerable, action.

RESUME: La question liée aux conflits armés à l'Est de la RDC et particulièrement au Nord-Kivu demeure préoccupante. Des effets néfastes à l'issue de ces conflits font plusieurs victimes aux besoins complexes et illimités. Plusieurs organisations tant locales, nationales qu'internationales viennent en appui au gouvernement pour faire face à cette situation, mais le CICR reste mieux placé, de par son mandat de promotion et de protection du DIH. Cette organisation a mené des interventions en vue d'assister et de protéger les victimes des conflits armés dans cette partie du pays. L'assistance multisectorielle aux victimes, la transparence ainsi que la collaboration avec les autres acteurs sont autant d'aspects positifs qui ont marqué ces interventions. Par contre, la faible couverture des besoins des bénéficiaires, la faible communication sur son action ainsi que la priorité sur le curatif demeurent des aspects à améliorer pour ces interventions. Ainsi, l'amélioration de la couverture des besoins des bénéficiaires, le renforcement de la coopération avec les autres acteurs ainsi que le renforcement de la communication sur son action sont de mécanismes proposés pour rendre plus efficaces les interventions du CICR en faveur des victimes des conflits armés au Nord-Kivu.

MOTS-CLEFS: Protection, Droit International Humanitaire, victimes, conflits, vulnérables, interventions.

1 INTRODUCTION

L'insécurité et le sous-développement économique (selon la mise à jour de l'Indice de Développement Humain publiée par le PNUD en 2018, la RDC se classe à la 176^{ème} position dans un classement de 189 pays¹) gangrènent la région des Grands-Lacs Africains suite aux multiples conflits armés qui caractérisent cette partie de la planète. De manière plus particulière, la RDC

¹ BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES (UNOCHA), *Plan de réponse humanitaire 2017 – 2019 pour la RDC*, décembre 2018, p. 6.

dans sa partie Est où « les provinces du Nord et du Sud-Kivu sont la proie depuis une vingtaine d'années des hommes en armes »² est secouée par les conflits armés aux enjeux et acteurs multiples. Touchées par une crise humanitaire de grande ampleur et aux facettes multiples, quelque 12,8 millions de personnes dont 5,6 millions d'enfants de moins de 18 ans auront besoin d'assistance humanitaire et de protection en 2019 en RDC, soit près de 13 pour cent de la population totale projetée du pays³.

C'est ainsi que les organisations internationales humanitaires ainsi que les différentes institutions nationales et locales initient différentes actions en vue de venir en aide aux victimes des conflits armés en RDC et au Nord-Kivu. Tel est le cas du CICR, un des composantes du Mouvement International de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (au même titre que la Fédération Internationale des Sociétés Nationales de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et les Sociétés Nationales de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge) qui, est la plus ancienne organisation humanitaire existante⁴. Cette institution présente en RDC depuis 1978 réalise plusieurs actions sur le terrain en faveur des victimes de conflits armés et d'autres situations de violence. Cependant, malgré toutes ces interventions, la situation des victimes des conflits armés reste préoccupante dans la province du Nord-Kivu. C'est ce que souligne l'OMS en ces termes: « les provinces du Sud-Kivu, Nord-Kivu, Tanganyika et la région du Kasai restent les plus affectées par les conflits armés et intercommunautaires »⁵.

Ce travail se propose d'évaluer en termes d'efficacité, les interventions du CICR en faveur des victimes des conflits armés en province du Nord-Kivu. Ceci passe par l'analyse des forces et faiblesses de ces interventions en vue de proposer des mécanismes de sortie de crise pour contribuer à l'amélioration de la situation des personnes assistées.

2 HISTORIQUE ET CAUSES DES CONFLITS ARMES AU NORD-KIVU

Les idées des auteurs divergent au sujet de l'origine même des conflits armés à l'Est de la RDC en général, et dans la province du Nord-Kivu. Certains remontent à l'époque coloniale, d'autres estiment que l'origine est à chercher dans le génocide rwandais en 1994. Pour sa part, Jason⁶ note qu'avant 1996, il est possible de distinguer en RDC généralement, trois grandes périodes de mobilisation armée: la période coloniale, pendant laquelle les exactions des envahisseurs étrangers entraînèrent une résistance; les rébellions Simba, dans les années 1960, qui firent suite au processus chaotique d'indépendance et de décentralisation; et les troubles du début des années 1990, lorsqu'une tentative de démocratisation bâclée conduisit à une mobilisation ethnique et à des actes de violence.

2.1 HISTORIQUE DES CONFLITS ARMES AU NORD-KIVU

Bon nombre de penseurs renseignent que les conflits armés à l'Est de la RDC (au Nord-Kivu notamment) tirent leurs origines des tensions entre Tutsis et Hutus entre 1960 et 1994 au Rwanda. Pendant cette période en effet, des massacres ont lieu épisodiquement et les responsables tutsis se réfugient dans les pays voisins, notamment en Ouganda, où ils créent le Front Patriotique Rwandais (FPR) avant de revenir pour reprendre le pouvoir au Rwanda, à la fin du génocide. Après les massacres (1994-1996), plus d'un million de Hutus fuirent le Rwanda par peur des représailles du nouveau pouvoir dominé par les Tutsis revenus à Kigali. Ils traversent la frontière vers le Zaïre et s'installent dans des camps au Nord-Kivu, avec la bénédiction du pouvoir de Mobutu. Dans cette foule des réfugiés, on note des civils, mais aussi des génocidaires, qui participeront à la création en 2001 des Forces Démocratiques de Libération du Rwanda (FDLR). En novembre 1996, le Rwanda, l'Ouganda et les rebelles congolais menés par Laurent-Désiré Kabila, démantèlent brutalement les camps de réfugiés pour chasser officiellement les derniers responsables soupçonnés d'avoir été impliqués dans le génocide, cachés dans ces camps⁷. C'est la première guerre du Congo (1996 – 1997). Forcés de retourner contre toute attente dans leur pays le Rwanda, certains membres de la rébellion prennent le chemin de la brousse au Nord et au Sud-Kivu où ils contribuent à la création des groupes armés: c'est la deuxième

² *Les conflits de l'Est de la RDC*, tiré sur www.jambonews.net/actualites/20140624-le-conflit-de-lest-de-la-republique-democratique-du-congo-un-fiasco-de-longue-duree-et-ses-lecons-pour-les-decideurs-regionaux, consulté le 8 août 2019.

³ BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES (UNOCHA), *op. cit.*, p. 6.

⁴ *Le CICR*, disponible sur https://fr.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%A9_international_de_la_Croix-Rouge, consulté le 13 août 2019.

⁵ ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, *op. cit.*, p. 3.

⁶ J. STEARNS et compagnons, *Armée nationale et groupes armés dans l'Est du Congo. Trancher le nœud gordien de l'insécurité*, Institut de la Vallée du Rift / Projet Usalama, Intype Libra Ltd, Londres, 2013, pp. 14 – 16.

⁷ CHILD RIGHTS INTERNATIONAL NETWORK, *Conflits armés : lumière sur la République Démocratique du Congo*, CRIN, s.l.n.d., p. 1.

guerre du Congo (1998 – 2005). Après, c'est le tour de la rébellion du RCD (appuyée par le Rwanda et l'Ouganda)⁸ dont le siège s'établit à l'Est, particulièrement au Nord-Kivu.

Entre 1998 et 2002 (avant même les accords de Sun City de décembre 2002), les conflits armés dans toute la partie Est de la RDC prennent une ampleur particulière: des groupes armés se multiplient, l'Etat devient de plus en plus incapable d'assurer le contrôle de l'ensemble du territoire national, des incursions étrangères se répètent, la crise humanitaire s'accroît, etc. A partir de 2006, les problèmes de conflits armés rencontrés au Nord-Kivu proviennent d'une faillite du processus de paix au Congo sur les aspects de l'intégration de l'armée, la gouvernance économique et la justice de transition⁹. En 2006 en effet (à l'issue des élections après la transition de 2003 à 2006 en RDC), se posant en défenseur de la minorité tutsie congolaise, Laurent Nkunda crée le CNDP. A côté de cette création, les leaders Mai-Mai qui ne se sont pas aussi retrouvés lors des élections de 2006 décident de regagner le maquis entre 2007 et 2009. Le seigneur de guerre Nkunda accepte, en janvier 2007, de faire entrer ses troupes dans un nouveau processus d'intégration à l'armée nationale (processus dénommé « mixage »), ce qui lui permet de prendre légalement, en échange, le contrôle du Nord et Sud-Kivu, territoires qu'il convoitait. Le nouveau processus échoue¹⁰.

En mai 2007, c'est la fin du « mixage » avec une nouvelle escalade de la violence. L'intégration des troupes de Nkunda au sein de l'armée ayant échoué, la crise s'aggrave après mai 2007. La recrudescence des combats réactive les violences contre les civils, le viol généralisé étant même érigé en instrument de la guerre. Le processus de paix « Amani Leo » entamé en janvier 2008 à Goma (avec la signature de « l'Accord de Goma pour la paix au Nord-Kivu » en date du 23 janvier 2008)¹¹ a réussi à redessiné la carte des influences politico-militaires locales en Nord et Sud-Kivu mais n'a pas réussi à résoudre la crise¹². De sérieux accrochages se poursuivent entre CNDP et FARDC et le CNDP lance une nouvelle offensive au Nord Kivu en août 2008. CNDP gagne des portions de terrain significatives, prenant le contrôle de Rutshuru en octobre avant de marcher sur Goma sans pour autant envahir la ville. Le 29 octobre, le CNDP déclare un cessez-le-feu unilatéral, qui ne parvient pas à s'imposer comme le démontre tristement le massacre de Kiwanja le 4 novembre avec quelque 150 victimes selon les estimations¹³. La même dynamique de combats se répète en 2011, les politiciens recourent aux groupes armés pour obtenir un soutien électoral¹⁴. Actuellement (en 2020), ce sont des affrontements entre les groupes armés contre d'autres groupes armés, des groupes armés contre les forces loyalistes ainsi que les attaques des populations par les groupes armés qui sont plus récurrents dans les différents coins de la province du Nord-Kivu, particulièrement à Rutshuru, Masisi, Beni, Lubero, Walikale, etc.

2.2 DES CAUSES DES CONFLITS ARMES AU NORD-KIVU

Au sujet des conflits armés à l'Est de la RDC et au Nord-Kivu, certains auteurs distinguent les causes internes (dont les conflits identitaires, la mauvaise gouvernance, etc.) de celles externes (attaques par des pays voisins à la recherche des espaces, actions des grandes puissances européennes et américaines en quête des matières premières, etc.).

De manière générale cependant, nous pouvons retenir trois causes majeures des conflits armés à l'Est de la RDC:

- La course aux ressources naturelles dont regorge cette région: le contrôle des sites miniers et des réseaux d'échange est dénoncé comme la principale raison de la prolifération continue de groupes armés dans le Nord et le Sud-Kivu. En effet, les pays voisins de la RDC, les grandes puissances mondiales ainsi que les firmes multinationales désirent obtenir le pouvoir de contrôle sur les différentes ressources naturelles réputées être en abondance dans le sol et sous-sol du pays. D'où l'on constate l'émergence de structures officieuses pour l'exploitation des ressources, notamment le contrôle des ressources minières par les contrebandiers, les groupes armés et les réseaux criminels¹⁵. Pour y arriver, les acteurs à la recherche des ressources naturelles de la RDC appuient la prolifération des milices et groupes armés particulièrement dans la partie Est du pays afin de faciliter leur mission. Les analystes internationaux considèrent d'ailleurs que le secteur minier est au cœur de bon nombre de conflits d'autant plus qu'il représente la principale source

⁸ J. STEARNS et compagnons, *op. cit.*, pp. 14 – 23.

⁹ E. BRUSSET, *Peut-être la paix, Evaluation conjointe de prévention des conflits et construction de la paix en République Démocratique du Congo. Rapport synthèse*, Channelresearch, Belgique, juin 2011, p. 152.

¹⁰ COMMISSION D'ENQUETE PARLEMENTAIRE BELGE SUR LA RDC, *rapport*, s.l., 20 février 2005, p. 27.

¹¹ E. BRUSSET, *op. cit.*, p. 158.

¹² Idem, p. 57.

¹³ Idem, p. 158.

¹⁴ J. STEARNS et compagnons, *op. cit.*, pp. 14 – 30.

¹⁵ E. BRUSSET, *op. cit.*, p. 17.

de financement accessible aux groupes armés¹⁶. Ainsi, les guerres récentes du Congo ont dressé des groupes armés entre eux et contre les FARDC, la plupart luttant pour une reconnaissance et l'accès aux ressources, d'autres pour des formes d'autonomie politique¹⁷.

- La faiblesse de la réaction de la communauté internationale face aux crimes graves commis à grande échelle sur toute l'étendue de la RDC: les auteurs des crimes graves commis au Nord et au Sud-Kivu ainsi que dans d'autres parties du pays demeurent intouchables. Malgré de rapports accablants produits par les mécanismes de protection des Droits de l'Homme notamment au Nord-Kivu sur les crimes graves commis dans cette partie du pays, la réaction de la Communauté Internationale demeure de loin capable d'inquiéter les criminels, ce qui permet à ces derniers de continuer à opérer en toute quiétude. Ainsi, les graves violations du Droit Humanitaire et des Droits de l'Homme ont conduit à une culture de l'impunité, qui à son tour exacerbe les conflits dans la population et augmente la perte de confiance dans les institutions judiciaires¹⁸ tant nationales qu'internationales.
- La prolifération des milices: ce facteur est dû au retrait des armées étrangères autrefois présentes en RDC (dont les forces rwandaises ayant soutenu la rébellion de l'afdl), la faiblesse de l'Armée congolaise ainsi que l'incapacité pour le Gouvernement de restaurer l'autorité de l'Etat sur toute l'étendue du territoire national. Dans l'Est du pays en effet, la situation est marquée par la faiblesse des structures d'Etat, et le caractère rural des groupes armés, qui opèrent dans des régions très isolées, sur un terrain difficile d'accès. Par ailleurs, plusieurs rapports dénoncent le renforcement (notamment en armes, munitions de guerre et tenues militaires) des groupes armés par les FARDC. Stearns constate à ce sujet: « ... un grand nombre d'officiers FARDC entretiennent des liens avec des groupes armés non étatiques pour des raisons politiques ou commerciales. Ces relations nuisent à la neutralité de l'armée, de même que les luttes de pouvoir constantes qui se livrent au sein même des FARDC, souvent selon des critères ethniques. Dans un contexte marqué par une vive animosité entre des groupes identifiés sur la base de leur appartenance ethnique, ce manque de neutralité pousse les communautés à se tourner vers les groupes armés pour obtenir leur protection. Le comportement abusif de l'armée ne fait que renforcer cette tendance »¹⁹. Dans le même ordre d'idées, les Nations-Unies affirment: « les groupes armés continuent de s'approvisionner en armes, munitions et uniformes auprès des FARDC. Les fuites de matériels provenant des stocks des FARDC que ce soit par l'entremise de troc, de transactions plus conséquentes, d'abandon ou de saisies sur le champ de bataille, sont rependues et le plus souvent non contrôlées. Les armes qui sont propriété de l'Etat ne sont ni marquées, ni enregistrées avant d'être distribuées »²⁰.

En dehors de ces causes, nous pouvons également mentionner les problèmes fonciers qui demeurent non résolus²¹. En effet, les problèmes fonciers non résolus peuvent créer un contexte volatil dans de nombreux endroits en RDC orientale. L'un de ces problèmes est la répartition des terres. Dans le Nord-Kivu, le retour des propriétaires Tutsi partis au Rwanda dans les premières phases de la guerre suscite de vives tensions. Ces propriétaires réclament leurs terres, mais sont confrontés à la résistance des nouveaux occupants qui s'y sont installés pendant la guerre. Ces derniers revendiquent comme contre argument le fait que ces Tutsi ne sont pas des rapatriés mais de nouveaux arrivants.

2.3 CONSEQUENCES DES CONFLITS ARMES AU NORD-KIVU

Les conflits armés en province du Nord-Kivu ont eu de conséquences néfastes sur les populations civiles. Pour tout dire, de cas de graves violations des Droits de l'Homme (allant de la destruction des biens matériels jusqu'à la tuerie) ne sauraient être exactement chiffrés. Dans le paragraphe précédent, nous venons par exemple de mentionner de cas de kidnapping, de viol des femmes et filles, des pillages, des incendies des maisons et des villages, des massacres, etc. Entre janvier 2017 et octobre 2018 par exemple, dans les territoires de Lubero et Masisi, selon les informations vérifiées et documentées par la MONUSCO, au moins 324 personnes, (dont au moins 42 femmes et 35 enfants) ont été victimes d'exécutions extrajudiciaires, sommaires ou arbitraires; 832 personnes (dont au moins 145 femmes et 41 enfants) ont été victimes de torture et/ou traitements cruels,

¹⁶ E. BRUSSET, *op. cit.*, p. 20.

¹⁷ Idem, p. 16.

¹⁸ Idem, p. 18.

¹⁹ J. STEARNS et compagnons, *op. cit.*, pp. 14 – 15.

²⁰ GROUPE D'EXPERTS SUR LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, *Lettre datée du 29 novembre 2011 adressée au Président du Conseil de Sécurité par la Présidente du Comité du Conseil créé par la résolution 1533 (2004) concernant la République Démocratique du Congo*, Conseil de Sécurité des Nations-Unies, New York, le 02 décembre 2011, p. 6.

²¹ E. BRUSSET, *op. cit.*, p. 53.

inhumains ou dégradants; 173 personnes (dont 114 femmes, 58 enfants et un homme) ont été victimes de viol ou autres violences sexuelles; 1 751 personnes (dont au moins 194 femmes et 78 enfants) ont été victimes d'atteintes à la liberté et à la sécurité de la personne; et 431 personnes (dont au moins 17 femmes et deux enfants) ont été victimes de travaux forcés. De nombreuses personnes ont aussi été victimes de vols et/ou pillages²². En plus de ces différents cas, en voici quelques autres: la violation des droits de l'enfant et l'atteinte au droit à la propriété; l'atteinte au droit à la liberté; l'atteinte à l'intégrité physique et au droit à la vie.

3 LES ACTIONS DU CICR EN FAVEUR DES VICTIMES DES CONFLITS ARMES AU NORD-KIVU

Sur base de son mandat qui lui reconnaît le rôle de promoteur et protecteur du DIH, le CICR a déployé plusieurs actions sur le terrain afin de porter assistance et protection aux victimes des conflits armés dans cette partie du pays. Ces actions ont couvert différents domaines de besoins des bénéficiaires. En effet, la guerre est une relation entre Etats qui s'affrontent par l'intermédiaire de leurs forces armées, les populations civiles qui ne prennent aucune part aux hostilités doivent être protégées et épargnées²³. C'est dans cette logique que s'inscrivent les actions du CICR, notamment en faveur des victimes des conflits armés en province du Nord-Kivu.

3.1 LA PREVENTION DES VIOLATIONS À L'ENCONTRE DES POPULATIONS CIVILES

La prévention des violations à l'encontre des populations civiles est une action phare du CICR, passant par la promotion et la protection du DIH. Par cette action, le CICR a poursuivi ses efforts de protection de la population civile contre les conséquences des violences liées aux conflits armés au Nord-Kivu. En ce sens, le CICR a maintenu sa présence aux côtés des populations civiles et renforcé son dialogue confidentiel avec les acteurs armés étatiques et non étatiques. Sur la base des allégations de violations du DIH collectées par ses équipes sur le terrain, le CICR est régulièrement intervenu, oralement ou par écrit auprès des porteurs d'armes afin d'obtenir prévention des populations civiles contre les effets néfastes des conflits armés²⁴. Entre juillet et septembre 2012, le CICR a organisé et animé des séances de diffusion et d'information sur le DIH à l'attention des membres des groupes armés ainsi que ceux des forces armées et de la sécurité²⁵. En 2013, des interventions confidentielles ont eu lieu auprès des porteurs d'armes sur base des allégations de violation du DIH constatées par les équipes terrain du CICR. Ces interventions ont également fait l'objet d'un suivi²⁶. Par ailleurs, des membres des forces armées et de sécurité ainsi que ceux des groupes armés ont bénéficié des séances de diffusion du DIH; des sensibilisations ont été menées auprès des hautes autorités militaires, civiles et des membres de la Société Civile sur le respect du DIH²⁷; etc. En 2015, le CICR a tenu 108 séances d'échange et d'information au cours desquelles 6 706 personnes (dont 1 596 militaires et policiers, 308 membres des groupes armés et 4 792 membres de la société civile) ont été sensibilisés sur les activités du CICR, le Mouvement International de la Croix-Rouge et le DIH. Le thème principalement abordé a porté sur la protection nécessaire des patients, du personnel de santé et des infrastructures médicales. Au cours de la même année, avec l'appui de la CRRDC; le CICR a offert des formations en premiers secours pour 105 membres des forces et groupes armés. Les participants à ces formations ont par ailleurs reçu des kits de premiers soins²⁸. En 2016, des membres des forces armées et de sécurité ainsi que d'autres porteurs d'armes ont été sensibilisés au DIH; des ateliers d'intégration du DIH ont été tenus en faveur des officiers supérieurs d'états-majors de secteur opérationnel, de brigade et de régiment; des activités de promotion du DIH ont été organisées en faveur des

²² MISSION DE L'ORGANISATION DES NATIONS-UNIES POUR LA STABILISATION EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO et HAUT COMMISSARIAT DES NATIONS-UNIES AUX DROITS DE L'HOMME, *op. cit.*, p. 6.

²³ F. MOCTAR FALL, *le Droit International Humanitaire et la protection des personnes fragiles par nature dans les conflits armés*, mémoire de maîtrise en Relations Internationales, Université Gaston Berger, tiré sur https://www.memoireonline.com/08/11/4647/m_Le-droit-international-humanitaire-et-la-protection-des-personnes-fragiles-par-nature-dans-les-confli0.html, consulté le 05 décembre 2019.

²⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

²⁵ *République démocratique du Congo : faits et chiffres, juillet à septembre 2012* Tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/fact-figures/11-16-congo-kinshasa-rdc.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

²⁶ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p.1.

²⁷ *Idem*, p.4.

²⁸ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 6.

étudiants des universités et instituts supérieurs; des séances de sensibilisation aux principes humanitaires et au mandat du CICR ont été organisées à l'attention des autorités locales et membres de la Société Civile²⁹; etc. En 2017, 368 membres des forces armées et de sécurité ainsi que d'autres porteurs d'armes ont été sensibilisés au DIH. Par ailleurs, des ateliers sur les standards internationaux de l'usage de la force et des armes à feu pendant les opérations de maintien et de rétablissement de l'ordre, ont été organisés en faveur de 275 officiers et sous-officiers des forces de police. D'autres sensibilisations sur les principes humanitaires et au mandat du CICR ont été organisées en faveur de 2 142 autorités locales et membres de la société civile³⁰. En 2018, des sensibilisations sur le DIH ont été organisées en faveur de 3 071 étudiants et membres de la Société Civile et de 669 membres des forces armées, police et autres porteurs d'armes³¹.

3.2 LA REUNIFICATION FAMILIALE

De suite des conflits armés, plusieurs familles se sont séparées de leurs membres. Ainsi, en collaboration avec la CRRDC, le CICR a poursuivi ses efforts pour permettre le rétablissement et le maintien des liens familiaux pour les familles séparées en raison des conflits armés et d'autres situations de violence³². En 2013, le CICR a organisé des ateliers pour sensibiliser et responsabiliser les chefs communautaires du Nord et Sud-Kivu à l'accueil et à l'acceptation de 1 500 enfants anciennement enrôlés auprès des forces et groupes armés. Le soutien a également été donné aux associations locales offrant à ces enfants des activités favorisant leur stabilité socioéconomique au sein de leurs communautés³³. Au cours de l'année 2015, un total de 20 090 messages Croix-Rouge (MCR) ont été collectés et 17 433 autres distribués; parmi lesquels 925 messages en faveur d'ESFGA et d'ENA séparés de leurs familles en raison du conflit. Grâce à cette action, 370 ESFGA et 113 ENA ont été réunifiés avec leurs familles. Par ailleurs, 342 ESFGA et 92 ENA réunifiés ont bénéficié d'un suivi post-réunification afin de leur assurer une bonne intégration au sein de leurs familles et communautés³⁴. En 2016, plusieurs MCR ont été distribués et plusieurs enfants (dont certains anciennement associés aux forces et groupes armés) ont été réunifiés d'avec leurs familles³⁵. 84 enfants (dont 47 ENA et 37 ESFGA)³⁶ et 47 personnes³⁷ ont été réunifiés avec leurs familles respectivement en 2017 et en 2018.

3.3 LA PROTECTION DE L'ENFANCE

Les enfants ont constitué une couche particulièrement vulnérable face aux effets des conflits armés au Nord-Kivu. C'est ainsi que le CICR a organisé des activités spécifiques pour leur assurer une protection adaptée. En 2015, le CICR a organisé 32 séances de sensibilisation dans 8 structures transitoires au Nord-Kivu pour près de 900 ESFGA afin de les sensibiliser sur les difficultés possibles liées à leur retour dans la communauté et au risque de leur re-recrutement dans les forces et groupes armés. En territoires de Rutshuru et de Walikale, le CICR a appuyé la CRRDC dans l'organisation des activités ludiques en faveur des enfants de 7 villages dans le but de prévenir leur recrutement dans les forces et groupes armés, et d'encourager l'inclusion sociale des ESFGA au sein de leurs communautés. Au cours de la même année, 61 enfants ont bénéficié d'un encadrement associatif et d'un appui à leur réinsertion économique. Afin d'améliorer la prise en charge des ESFGA, le CICR a réhabilité quatre centres de transit et d'orientation (CTO) à Walikale, Masisi, Nyakariba et Nyanzale. Par ailleurs, 239 personnes (leaders

²⁹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p.2.

³⁰ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 2.

³¹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

³² COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

³³ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p.2.

³⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

³⁵ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, faits essentiels 2016, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p. 1.

³⁶ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 2.

³⁷ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

communautaires, parents et enfants) ont participé à quatre ateliers communautaires organisés par le CICR dans le but d'identifier les problèmes liés à la protection de l'enfance, de trouver de solutions appropriées et de renforcer les mécanismes communautaires de protection³⁸. Au cours de l'année 2017, 27 séances de sensibilisation ont été organisées dans 8 structures transitoires en faveur de 599 enfants dans le but de créer des espaces de dialogue où ils peuvent s'exprimer ouvertement et préparer leur retour au sein de leurs communautés. Par ailleurs, 1 925 séances d'activités ludiques et récréatives mises en œuvre conjointement avec la CRRDC dans le cadre des activités communautaires de prévention du recrutement au sein des FGA dans 30 localités³⁹. En 2018, au total 537 ESFGA ont bénéficié des sensibilisations sur leur réintégration socio-familiale⁴⁰.

3.4 LA VISITE AUX PERSONNES PRIVEES DE LIBERTE

Le CICR organise des visites aux personnes privées de liberté afin de promouvoir leur traitement humain et des conditions de détention conformes aux lois congolaises et aux standards internationaux⁴¹. En novembre 2012, de la nourriture et du charbon pour une semaine ont été fournis à 1 200 détenus de la prison centrale de Goma⁴². Pour l'année 2013, 18 800 détenus ont bénéficié des visites du CICR sur toute l'étendue de la RDC. La plupart d'entre eux viennent des lieux de détention civils et militaires du Nord et Sud-Kivu. Au cours de la même année, des détenus ont maintenu des contacts avec leurs proches grâce aux messages Croix-Rouge⁴³. En 2015, le CICR a effectué 80 visites auprès de 3 306 personnes détenues dans 14 lieux de détention et assuré le suivi individuel de 664 détenus. Des démarches de plaidoyer ont été menées auprès des autorités pénitentiaires et judiciaires pour assurer le respect des garanties judiciaires en faveur de 576 détenus. L'assistance régulière a été fournie à deux dispensaires de prison, trois fours améliorés et de dépôts pour le bois et les vivres ont été construits; et la plomberie a repris à la prison de Butembo en faveur de 500 détenus. Par ailleurs, 513 détenus atteints de la malnutrition aigüe ont été pris en charge par le biais de programmes d'assistance nutritionnelle adaptés du CICR et 450 détenus ont bénéficié de la construction d'une pharmacie et réhabilitation de la prison de Beni⁴⁴. En 2016, des détenus ont bénéficié des visites ainsi que de l'aide alimentaire de la part du CICR⁴⁵. En 2017, au total 4 919 détenus ont bénéficié de 63 visites dans 9 lieux de détention. 1 078 de ces détenus ont bénéficié d'un suivi individuel. Signalons qu'au cours de la même année, 900 détenus ont bénéficié de la réhabilitation et de l'aménagement des infrastructures carcérales⁴⁶. En 2018, 4 822 personnes privées de liberté ont bénéficié des visites⁴⁷.

3.5 L'AMELIORATION DES SOINS DE SANTE

Les conflits armés sont à la base de la dégradation des conditions sanitaires notamment suite à la destruction des structures médicales, la fuite du personnel soignant, l'augmentation en nombre des blessés, les épidémies dues aux conditions hygiéniques dans des camps et sites de déplacement, etc. C'est ainsi que le CICR s'adonne à l'appui aux structures médicales existantes afin de renforcer leurs capacités de prise en charge des malades. De 2011 à 2018, le CICR a poursuivi son assistance

³⁸ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 2.

³⁹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 2.

⁴⁰ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

⁴¹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 2.

⁴² *RD du Congo : vives préoccupations quant au sort des blessés à Goma*, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/11-20-dr-congo-goma-fighting.htm>, consulté le 27 août 2019.

⁴³ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p. 1.

⁴⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 2.

⁴⁵ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2016, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p. 2.

⁴⁶ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 1.

⁴⁷ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

régulière à 12 centres de santé et deux hôpitaux Généraux de Référence. L'assistance dont il est question ici a consisté en l'approvisionnement en médicaments, travaux de réhabilitation, formation continue et appui financier. Au-delà de cette assistance régulière, d'autres structures médicales ont bénéficié d'un appui ponctuel pour la prise en charge des blessés de guerre. Entre mai et début juillet 2012, la prise en charge médicale a été assurée pour environ 300 blessés de guerre (dont une centaine de civils) dans les structures médicales soutenues par le CICR à Goma. Au mois de juillet 2012, au total 28 civils, dont des personnes âgées qui n'étaient pas parvenues à quitter des zones de bombardement, ont pu être évacués par le CICR. Par ailleurs, 17 blessés (dont 15 militaires et 2 civils) ont été évacués vers l'hôpital général de Rutshuru⁴⁸. Entre juillet et septembre 2012, le Centre de Santé de Remeka a bénéficié d'un approvisionnement en médicaments et autres matériels de soin⁴⁹. En 2013, des dispensaires de prisons, 8 centres de santé et 4 hôpitaux du Nord et Sud-Kivu ont été assistés pour permettre aux populations vulnérables d'accéder aux soins de santé primaires et secondaire. Dans les deux provinces, 182 blessés de guerre et 74 malades ont été évacués par le CICR; 460 blessés civils et militaires ont été opérés par les équipes chirurgicales du CICR en appui au personnel de l'hôpital CBCA Ndosho (Goma) et de l'hôpital général de référence de Bukavu. Par ailleurs, 39 maisons d'écoute ayant accueilli des milliers de victimes de violences ont bénéficié d'un soutien⁵⁰. En 2014, le CICR a évacué vers Goma par avion et pris en charge plusieurs blessés à l'arme (27 civils évacués entre octobre et début novembre⁵¹, 14 autres évacués et 16 pris en charge en mi-novembre⁵²), principalement des blessés par balle dans différents territoires. Par ailleurs, afin de soutenir les autres structures de santé de la région, le CICR a donné du matériel médical et chirurgical pour prendre en charge 50 blessés de guerre à l'hôpital général de Beni, et du matériel médical (bandages et traitements par voie orale) pour stabiliser des blessés de guerre à l'hôpital général d'Oïcha⁵³. En 2015, le CICR a organisé l'évacuation médicale de 234 blessés (dont 152 blessés de guerre) et effectué 1 239 opérations à travers son équipe chirurgicale à l'hôpital CBCA / Ndosho. Cette dernière structure a également été appuyée en dotation de 170 lits, en financement et en supervision de la connexion au réseau d'eau. Au cours de la même année, 11 700 souffrants du paludisme ont été pris en charge dans la zone de santé d'Itebero (Walikale); plus de 100 personnels médicaux ont été formés sur la chirurgie de guerre, la maternité sans risque, la prise en charge des victimes de violence sexuelle, etc. Par ailleurs, le CICR a organisé des stages d'immersion pratique pour 10 médecins et sur la stabilisation des blessés par arme de 15 infirmiers; et admis 474 patients (dont 410 nouveaux cas parmi lesquels 142 blessés de guerre et 64 anciens cas)⁵⁴. En 2016, plusieurs blessés de guerre civils et militaires ont été opérés par les équipes chirurgicales du CICR ou formées par celui-ci⁵⁵. En 2017, 562 blessés par armes (parmi lesquels de civils et de combattants) ont été traités par l'équipe chirurgicale en collaboration avec l'équipe médicale de l'hôpital CBCA / Ndosho de Goma. Au cours de la même année, 8 774 déplacés de guerre ont bénéficié de la gratuité des soins médicaux et 7 980 résidents ont eu accès à des tarifs réduits pour les soins obtenus. Par ailleurs, deux structures de santé ont été réhabilitées et une maison d'écoute construite pour les victimes de traumatismes liés au conflit; 16 formations en premiers secours organisées en faveur de 267 personnes (civils et militaires)⁵⁶. Au cours de l'année 2018, l'assistance du CICR dans le domaine de l'amélioration de l'accès aux soins de santé a été marquée par l'assistance nutritionnelle et médicale en prison pour 7 610 personnes; la formation en gestes qui sauvent à l'attention de 470 personnes; la sensibilisation sur la prévention de la maladie à virus Ebola à l'attention

⁴⁸ République démocratique du Congo : des civils pris en étau dans le conflit est-congolais, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/congo-kinshasa-2012-07-02.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

⁴⁹ République démocratique du Congo : faits et chiffres, juillet à septembre 2012, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/fact-figures/11-16-congo-kinshasa-rdc.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

⁵⁰ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p.2.

⁵¹ République Démocratique du Congo : des civils sous tension à Beni, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/document/rd-congo-des-civils-sous-tension-beni>, consulté le 27 août 2019.

⁵² République Démocratique du Congo : le CICR est préoccupé par les violences contre les populations civiles au Nord-Kivu, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/document/republique-democratique-du-congo-le-cicr-est-preoccupe-par-les-violences-contre-les-civils>, consulté le 27 août 2019.

⁵³ République Démocratique du Congo : le CICR est préoccupé par les violences contre les populations civiles au Nord-Kivu, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/document/republique-democratique-du-congo-le-cicr-est-preoccupe-par-les-violences-contre-les-civils>, consulté le 27 août 2019.

⁵⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 3.

⁵⁵ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p.1.

⁵⁶ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 1.

de 8 112 personnes ainsi que l'appui technique et financier aux hôpitaux, centres de santé et cliniques mobiles en faveur de 35 772 bénéficiaires⁵⁷.

3.6 LA READAPTATION PHYSIQUE

Plusieurs cas de blessés ont été enregistrés à l'issue de conflits armés dans la province du Nord-Kivu. Ainsi, le CICR a organisé des services de kinésithérapie, d'orthopédie et autres afin d'assurer la réadaptation physique des patients. En 2011, près de 140 personnes (du Nord et du Sud-Kivu) ont bénéficié d'une prothèse et d'une rééducation physique⁵⁸. En 2013, des services de réadaptation physique ont été fournis à 773 blessés de guerre civils et militaires en RDC (dont nombreux viennent du Nord-Kivu). Ces services incluaient l'appareillage avec des prothèses et des orthèses ainsi que la donation des cannes anglaises et des tricycles⁵⁹. En 2015, le programme orthopédique du CICR a assuré la réadaptation physique de 300 blessés de guerre civils et militaires. Le CICR a fourni 162 prothèses, 54 orthèses et 292 aides à la mobilité (cannes anglaises, tricycles et fauteuils roulants). Il a par ailleurs offert un kit de premiers secours à la ligue du Nord-Kivu du Comité National Paralympique, et construit un pavillon de rééducation physique (comprenant une salle de kinésithérapie, une salle de consultation, deux petites salles d'essayage, une salle d'attente, un bureau et une salle de toilettes) au Centre pour handicapés physiques Shirika la Umoja de Goma en faveur d'environ 300 patients par an⁶⁰. En 2016, des services de réadaptation physique (dont la livraison des appareillages orthopédiques) ont été fournis aux personnes handicapées⁶¹. En 2017, 349 personnes en situation de handicap ont bénéficié du service de réadaptation physique, et 248 autres ont reçu un appareillage orthopédique approprié à leurs besoins⁶². Au cours de l'année 2018, 558 blessés par armes ont bénéficié des soins chirurgicaux et 445 de la réadaptation physique⁶³.

3.7 L'AIDE PSYCHOSOCIALE

Les conflits armés au Nord-Kivu ont provoqué plusieurs cas de troubles psychosociaux et traumatismes. Le CICR a à cet effet mis à la disposition des patients un département psychosocial. En 2015, ce département a soutenu 14 maisons d'écoute et formé les agents et sensibilisateurs ayant accueilli 2 211 victimes de violences ou de traumatismes psychologiques en lien avec le conflit. Plus de 56 000 personnes (dont des leaders communautaires de plus de 200 villages) ont bénéficié des formations et campagnes de sensibilisation sur les différents types de violences et leurs conséquences psychologiques; 316 personnes (dont 187 blessés de guerre et 129 patients du programme de réadaptation physique) ont bénéficié d'un soutien psychosocial grâce à 38 groupes de soutien psychologique par les pairs organisés. Par ailleurs, quatre maisons d'écoute ont été construites à Kaandja, Nyasi, Mikumbi et Buhendje afin d'améliorer la prise en charge psychosociale d'environ 100 patients par mois⁶⁴. En 2016, 4 839 victimes de violences et traumatismes psychologiques liés au conflit dans les Kivu, dont 3 289 victimes de violences sexuelles ainsi que 1 256 patients de l'hôpital CBCA de Ndosho et des centres de réhabilitation physique de Shirika Umoja et Heri Kwetu, ont reçu un soutien psychosocial. En 2017, 2 958 personnes victimes de la violence (dont 1 904 victimes des

⁵⁷ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

⁵⁸ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo*, Bulletin n° 1/2011, CICR, Kinshasa, s.d., p. 5.

⁵⁹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p.3.

⁶⁰ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 3.

⁶¹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p.1.

⁶² COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 1.

⁶³ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

⁶⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 4.

violences sexuelles) ont reçu un soutien psychosocial dans les maisons d'écoute⁶⁵. Au cours de l'an 2018, une assistance en soutien psychosocial a été offerte à 2 477 victimes de violences⁶⁶.

3.8 L'AMELIORATION DE L'ACCES À L'EAU ET ASSAINISSEMENT

En toutes circonstances, l'accès à l'eau potable est indispensable pour l'être humain car l'eau c'est la vie, dit-on. Par ailleurs, pour se protéger contre des maladies et infections pouvant à la longue provoquer la mort, l'être humain a besoin de vivre dans un milieu assaini, dégagé des microbes dangereux pour sa santé. Ainsi dans le domaine d'accès à l'eau, le CICR travaille en partenariat avec la REGIDESO en milieu urbain; et en milieu rural par des projets d'hydraulique ainsi que par la création des comités locaux d'eau afin de pérenniser les systèmes d'approvisionnement en eau potable⁶⁷. Entre juillet et septembre 2012, le CICR a construit des installations sanitaires dans six villages en territoire de Rutshuru et acheminé de l'eau. Il a par ailleurs réparé les conduites d'eau dans d'autres localités, en faveur de 50 000 personnes en état d'urgence sanitaire, parmi lesquelles des personnes déplacées en raison du conflit. Au cours de la même période, le CICR a réhabilité plusieurs structures de santé dont le centre de santé de Busekera et l'hôpital de Walikale⁶⁸. Afin de rétablir l'accès à l'eau pour les habitants de Bunagana, il a réparé d'urgence une conduite d'eau endommagée et réhabilité une conduite d'eau approvisionnant l'hôpital de Rwanguba. Par ailleurs, ont été construit des latrines sur les sites de déplacés à Bunagana, Kalengera, Kinyoni, Rubare et Ntamugenga⁶⁹. En 2013, l'accès à l'eau potable a été amélioré pour 266 600 personnes en milieu rural dans le Nord et Sud-Kivu ainsi que dans la Province Orientale. Au cours de la même année, le CICR a poursuivi les travaux d'amélioration du réseau de distribution d'eau de la ville de Goma grâce à deux stations de pompage⁷⁰. En 2014, de l'eau potable a été distribuée à près de 4 000 personnes déplacées par les affrontements et ayant trouvé refuge au centre de transit pour enfants non accompagnés Don Bosco, à Goma⁷¹. En 2015, le CICR a réhabilité le réseau d'eau de Luofu, Pinga, Katwiguru, Kiseguru, Mutongo et Kabindi en faveur de 95 000 bénéficiaires. Il a ensuite assuré le captage et aménagement de quatre sources d'eau à Kaseke et Misoke, sept sources d'eau à Pitacongo et construit quatre puits améliorés à Ngwenda pour 17 000 bénéficiaires. Il a par ailleurs appuyé la CRRDC dans la création de 12 sources à Remeka en faveur de 10 600 bénéficiaires. Au cours de la même année, l'adduction d'eau de Kibua et celle de Nyabanira Kasave ont été réhabilités en faveur de 22 000 bénéficiaires; des interventions en urgence ont été réalisées avec la construction des latrines à Kazinga et Kimaka en faveurs de 20 000 déplacés et résidents; la mobilisation communautaire a été réalisée pour les projets d'hydraulique rurale, notamment à Ihula, Birambizo, Karambi, Vusavali, Kabindi, Katwiguru et Kiseguru, Ngwenda, Kibua, Pinga, Misoke et Kaseke, Nyabanira Kasave, Mutongo, Pitacongo, Luofu, Kateku et Kanyavyonza. Signalons également qu'il y a eu dotation de matériel pour les comités d'eau de Tongo et Kisharu⁷². En 2016, près de 500 000 personnes ont bénéficié de la mise en service d'une nouvelle station de pompage d'eau dans la ville de Goma⁷³. En 2017, au total 556 000 personnes ont bénéficié de la réhabilitation de 3 systèmes d'approvisionnement en eau en milieu rural et urbain au Nord-Kivu⁷⁴. Au cours de l'année 2018, environ 400 000 personnes ont bénéficié de l'appui à l'approvisionnement en eau potable et 900 autres ont bénéficié de la réhabilitation des structures

⁶⁵ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 1.

⁶⁶ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

⁶⁷ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 4.

⁶⁸ *République démocratique du Congo : faits et chiffres, juillet à septembre 2012*, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/fact-figures/11-16-congo-kinshasa-rdc.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

⁶⁹ *République démocratique du Congo : des civils pris en étau dans le conflit est-congolais*, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/congo-kinshasa-2012-07-02.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

⁷⁰ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, Kinshasa, CICR, février 2014, p.3.

⁷¹ *RD du Congo : vives préoccupations quant au sort des blessés à Goma*, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/11-20-dr-congo-goma-fighting.htm>, consulté le 27 août 2019.

⁷² COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 4.

⁷³ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p.2.

⁷⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 1.

(cuisines, dortoirs, centres de santé) avec des services d'eau et assainissement en milieu pénitentiaire⁷⁵. En plus de l'accès à l'eau potable et aux conditions d'hygiène et assainissement améliorées, le CICR a apporté un appui aux besoins essentiels des victimes des conflits armés.

3.9 LE SOUTIEN AUX BESOINS ESSENTIELS

Les victimes des conflits armés ont tout perdu et nécessitent un appui en moyens de subsistance afin de pouvoir répondre à leurs besoins essentiels. Ainsi, pour améliorer leur autonomie et leur sécurité économique, les familles affectées, déplacées, retournées et les communautés hôtes bénéficient de l'assistance de la part du CICR. A cet effet le CICR a, en 2011, distribué des semences agricoles et outils aratoires à plus de 4 000 familles résidentes en territoire de Walikale. A Kilambo, ce sont des vivres et ustensiles de cuisine (principalement des casseroles), des couvertures et des bidons qui ont été distribués aux familles déplacées⁷⁶. En 2012, le CICR a distribué des vivres à près de 49 000 personnes déplacées en RDC, certaines d'entre elles en territoire de Walikale, ainsi que des articles de ménage essentiels à nombre d'entre elles (principalement des bâches pour protéger leurs abris de fortune durant la saison des pluies en cours)⁷⁷. Au cours de la même année, des vivres ont été distribués à quelque 7 500 déplacés à Loashi et Kaanja en territoire de Masisi; et des articles ménagers essentiels à quelque 10 000 personnes déplacées à Katoyi, aussi dans le Masisi⁷⁸. En 2013, la distribution des articles ménagers essentiels, des vivres, des semences vivrières et maraîchères, des outils aratoires et la réhabilitation des étangs piscicoles a bénéficié aux victimes des conflits armés au Nord-Kivu et dans d'autres provinces de la RDC (le Sud-Kivu et la Province Orientale particulièrement). Par ailleurs, des détenus ont été alimentés grâce au programme d'assistance nutritionnelle⁷⁹. En août 2014, le CICR a distribué 30 kg de farine de maïs, 10 kg de haricot, 5 litres d'huile de soja et 500 g de sel à chaque famille de déplacés à Buleusa, à environ 200 Km au Nord-Ouest de Goma. Au total 16 000 déplacés ont bénéficié de cette activité⁸⁰. Dans ce même cadre, les activités suivantes ont été réalisées par le CICR en 2015:

- Distribution d'une assistance en vivres pour 67 812 personnes en territoires de Lubero, Walikale et Rutshuru;
- Offre d'une assistance en articles essentiels de ménage à 66 240 personnes en territoires de Masisi, Rutshuru, Lubero et Walikale;
- Offre d'un soutien en intrants agricoles (semences et outils) à 23 249 familles originaires des territoires de Masisi, Rutshuru, Walikale, Beni et Lubero. Dans ce même cadre, une formation et un appui économique ont été offerts pour des projets individuels et associatifs.
- Appui en alevins, outils et soutien économique dans le cadre des projets piscicoles à plus de 1 350 familles en territoires de Walikale, Masisi et Lubero. Par ailleurs, 15 associations piscicoles et 13 associations agricoles ont bénéficié d'un suivi technique du CICR.
- Implantation à Busanza (Rutshuru) d'un projet bananier avec IPAPEL dans le cadre du renforcement de capacités des structures étatiques⁸¹.

Pour l'année 2016, environ 6 000 familles retournées ont bénéficié d'une distribution des semences et vivres à Ikobo. D'autres distributions ont concerné la nourriture et l'assistance en biens de première nécessité aux déplacés et populations

⁷⁵ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

⁷⁶ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo*, Bulletin n° 1/2011, CICR, Kinshasa, s.d., p. 4.

⁷⁷ *RD du Congo : vives préoccupations quant au sort des blessés à Goma*, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/11-20-dr-congo-goma-fighting.htm>, consulté le 28 août 2019.

⁷⁸ *République démocratique du Congo : des civils pris en étau dans le conflit est-congolais*, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/congo-kinshasa-2012-07-02.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

⁷⁹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p.3.

⁸⁰ *Nord-Kivu: le CICR distribue des vivres à près de 16 000 déplacés à Buleusa*, tiré sur <https://www.radiookapi.net/mot-cle/cicr?page=3>, consulté le 27 août 2019.

⁸¹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 5.

résidentes de l'axe Miriki-Kimaka dans le Sud-Lubero⁸². En 2016, les déplacés ont reçu des articles ménagers de première nécessité, des semences ainsi que des alevins⁸³. En 2017, 45 885 déplacés ont reçu des articles ménagers de première nécessité; 36 100 personnes ont reçu des vivres; 26 500 autres ont reçu des semences pour la relance des activités agricoles ou des alevins pour la pisciculture; et 2 335 personnes ont reçu une assistance en intrants agro-piscicoles dont des rejets sains de banane⁸⁴. En 2018, les appuis du CICR en besoins essentiels ont été réalisés comme suit⁸⁵:

- L'assistance en nourriture pour 49 495 personnes;
- L'assistance en espèces et bons d'achat pour 258 personnes;
- La distribution d'articles de ménage (kits de cuisine, kits d'hygiène et literie) pour 24 010 personnes;
- Le support à la production agricole et piscicole pour 22 205 personnes.

3.10 LA COOPERATION AVEC LA SOCIETE NATIONALE CROIX-ROUGE DE LA RDC

Le CICR apporte plusieurs types de soutien à la CRRDC afin de lui permettre de réaliser ses différentes activités. Entre juillet et septembre 2012, le CICR a lancé, avec la CRRDC, deux projets productifs: production de maïs dans le Rutshuru et reproduction de lapins dans le camp provisoire de Mugunga 1 près de Goma⁸⁶. En 2013, le bureau provincial de la CRRDC / Nord-Kivu a bénéficié d'un soutien financier du CICR; du matériel pour répondre urgences et recueillir des dépouilles mortelles; ainsi que d'un appui dans la réhabilitation des sources d'eau dans quelques villages. Par ailleurs, des volontaires CRRDC / Nord-Kivu ont été formés en secourisme et du matériel (dont des trousse de premier secours) a été fourni par le CICR⁸⁷. En 2015, le CICR a maintenu son soutien structurel à la CRRDC / Nord-Kivu en facilitant notamment la tenue de l'Assemblée provinciale ordinaire et l'organisation d'un atelier sur le leadership des comités de base à Butembo, la mise en œuvre de deux projets artisanaux générateurs de revenus à Rutshuru et Masisi ainsi qu'un projet d'assainissement de l'eau à Masisi. Le comité local de la CR de Beni a bénéficié d'une connexion internet et celui de Butembo, d'une moto afin de faciliter leurs activités. 57 kits de biens de première nécessité ont été dotés par le CICR et distribués par la CRRDC aux victimes d'incendie à Goma. Par ailleurs, 150 volontaires de la CRRDC ont bénéficié d'une formation en premiers secours; 93 volontaires en provenance de Beni ont reçu du soutien pour la gestion des dépouilles mortelles; 450 dossards et 45 drapeaux CRRDC ont été distribués aux comités et coordinations CRRDC dans les zones reculées de la province⁸⁸; etc. En 2016, afin de faciliter la gestion des dépouilles mortelles, le CICR a fourni aux équipes de la CRRDC 40 sacs mortuaires, 200 paires de gants à usage unique, dix masques réutilisables, dix kilos de chlore et a donné un apport financier pour les frais de carburant⁸⁹. En 2016, des volontaires de la CRRDC / Nord-Kivu ont été préparés à la réponse aux urgences et des kits d'intervention, de gestion des dépouilles mortelles, des dossards ainsi que des drapeaux CRRDC ont été remis par le CICR dans le cadre de la préparation aux urgences et réponses aux violences urbaines. Par ailleurs, un kit de panneaux solaires a été installé au bureau du Comité Provincial de la CRRDC / Nord-Kivu afin de favoriser l'utilisation d'une énergie verte et inépuisable⁹⁰. En 2017, 27 trousse de secours, 10 civières et 1 kit gestion de dépouilles mortelles ont été remis à la CRRDC/Nord-Kivu dans le cadre de la préparation aux urgences; 18

⁸² République démocratique du Congo : 6'000 familles retournées bénéficient d'une assistance dans le Nord-Kivu, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/document/republique-democratique-du-congo-6000-familles-retournees-beneficient-dune-assistance-dans>, consulté le 27 août 2019.

⁸³ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p.1.

⁸⁴ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 1.

⁸⁵ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

⁸⁶ République démocratique du Congo : faits et chiffres, juillet à septembre 2012, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/fact-figures/11-16-congo-kinshasa-rdc.htm>, consulté le 18 novembre 2019.

⁸⁷ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, Janvier-Décembre 2013*, Kinshasa, CICR, février 2014, p.4.

⁸⁸ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1^{er} janvier au 31 décembre 2015*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 6.

⁸⁹ République Démocratique du Congo : le CICR est préoccupé par les violences contre les populations civiles au Nord-Kivu, tiré sur <https://www.icrc.org/fr/document/republique-democratique-du-congo-le-cicr-est-preoccupe-par-les-violences-contre-les-civils>, consulté le 27 août 2019.

⁹⁰ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1^{er} Janvier – 31 Décembre 2016*, Kinshasa, CICR, janvier 2017, p.2.

volontaires CRRDC ont été formés dans le domaine de la sécurité économique; 124 familles victimes d'inondation de Bihambwe (au Masisi) ont été assistées en biens essentiels, et 4 bornes fontaines ont été construites pour environ 1 300 personnes grâce à un appui conjoint CICR-CRRDC; 52 volontaires CRRDC ont travaillé aux côtés du CICR dans l'exécution des activités de rétablissement des liens familiaux, et des centaines d'autres ont participé à diverses activités d'assistance en faveur des victimes⁹¹. Pour l'année 2018, des formations sur différentes thématiques (dont les premiers soins) ont été organisées en faveur de 141 membres du personnel de la CRRDC. Par ailleurs, 173 personnes ont bénéficié d'un appui conjoint CICR-CRRDC⁹² dans les situations de violence.

4 IMPLICATIONS DES INTERVENTIONS DU CICR AU NORD-KIVU

4.1 DES POINTS POSITIFS / FORTS DES INTERVENTIONS DU CICR

4.1.1 L'ASSISTANCE MULTISECTORIELLE AUX VICTIMES DES CONFLITS ARMES ET CATASTROPHES

Le CICR intervient dans plusieurs domaines à la fois (le DIH, le WASH, la sécurité alimentaire, la santé, le rétablissement des liens familiaux, etc.). Ainsi, cette assistance multisectorielle permet une prise en charge efficace des victimes. En plus des renforcements des capacités par exemple, des kits et matériels (de premier secours, de pêche et élevage, de l'agriculture, etc.) sont dotés aux bénéficiaires pour leur permettre de mettre en pratique les enseignements reçus. En plus de la visite aux prisonniers, des suivis personnels sont organisés ainsi que de distributions des vivres et non vivres pour répondre à leurs besoins essentiels, etc. Non seulement que le CICR intervient dans plusieurs domaines, mais pense aussi à de catégories de personnes oubliées comme les prisonniers de guerre, les personnes handicapées, etc. Par ailleurs, le CICR met en place des services spécialisés (kinésithérapie, orthopédie, assistance psychosociale) pour la prise en charge des victimes.

4.1.2 TRANSPARENCE DANS LES INTERVENTIONS

Des informations sur la qualité et la quantité de l'aide apportée par le CICR sont toujours communiquées de façon claire. Des questions d'éclaircissement sont posées aux agents du CICR et obtiennent satisfaction. Par ailleurs, des mécanismes de gestion des plaintes sont mises en place et permettent à toute personne intéressée de s'exprimer par rapport aux interventions du CICR, et d'obtenir un feed-back satisfaisant dans le délai. Sur le terrain, les autorités locales sont associées et les supervisions sont intenses de la part des managers du CICR.

4.1.3 LA COOPERATION AVEC LES AUTRES ACTEURS

Le CICR coopère avec les autres acteurs. Cette coopération s'inscrit généralement dans le cadre de l'appui et le renforcement des capacités des structures existantes, ce qui renforce la pérennité des activités au niveau local ainsi que le transfert des compétences.

4.2 POINTS À AMELIORER

4.2.1 LA FAIBLE COUVERTURE DES BESOINS DES BENEFICIAIRES

Parler de « faible couverture » serait fort; il conviendrait plutôt de parler d'une « couverture pas totale » d'autant plus qu'au moins les besoins prioritaires des bénéficiaires sont pris en compte et couverts par les interventions. Dans tous les cas, deux raisons principales expliquent cette faiblesse: d'une part, le CICR n'a pas pour objectif de répondre à tous les besoins des bénéficiaires mais plutôt de contribuer à l'allègement de leurs souffrances. D'autre part, les besoins des victimes des conflits armés sont énormes, illimités et complexes que le CICR ne saurait tout couvrir notamment pour de raisons de contraintes budgétaires. En effet, lorsqu'ils se produisent, les effets des conflits armés n'avertissent ni sur leur durée, ni sur leur ampleur

⁹¹ COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1^{er} janvier au 31 décembre 2017*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018, p. 6.

⁹² COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, *Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018*, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d., p. 1.

ou degré de gravité. C'est ainsi que le CICR, tout comme les autres acteurs humanitaires; intervient dans l'urgence pour « sauver des vies », empêcher que le pire ne se produise. Dans ces circonstances, les interventions sont rapides et axées sur les besoins très urgents et prioritaires susceptibles de garantir la survie des victimes. Ceci se fait également en fonction des moyens disponibles et d'autres paramètres révélés par des évaluations rapides de la situation (nombre de victimes, situation sécuritaire, analyse de l'accès humanitaire, disponibilités logistiques, capacité locale de résilience, etc.).

4.2.2 LA FAIBLE COMMUNICATION SUR SON ACTION

Ce point tient surtout à la curiosité que développe nombreux individus sur les dialogues confidentiels que mène le CICR avec les acteurs armés. Généralement, cet aspect est normal vu le mandat du CICR. Cependant, nombreux se posent mille et une question sur l'efficacité de ces dialogues et ses fruits d'autant plus que les acteurs armés ne cessent de multiplier des atrocités contre les populations civiles, et même contre les acteurs humanitaires dans la province du Nord-Kivu.

4.2.3 L'ARRIVEE TARDIVE DE L'AIDE HUMANITAIRE

Avant toute intervention, urgente qu'elle soit; certains préalables sont à respecter comme une évaluation rapide de la situation, identification des bénéficiaires, préparation logistiques et études opérationnelles, etc. Tout ceci prend du temps et ne permet pas que l'aide humanitaire arrive de manière spontanée, juste après la production de la crise.

4.3 MECANISMES POUR RENDRE PLUS EFFICACES LES INTERVENTIONS DU CICR

4.3.1 AMELIORER LA COUVERTURE DES BESOINS DES BENEFICIAIRES

Les interventions du CICR seront plus efficaces si et seulement si ce dernier travaille de manière à améliorer la couverture des besoins de ses bénéficiaires. Cette couverture des besoins ne se limite pas au seul aspect quantitatif, mais fait également allusion à la qualité. Ayant presque tout perdu suite aux conflits armés, les victimes ont besoin d'une assistance plus complexe (et non celle dérisoire souvent « justifiée par l'urgence de l'intervention ») allant du plaidoyer pour l'éradication définitive des conflits armés (à défaut, l'obtention de la protection sans faille des objectifs non militaires en cas des conflits armés, bien que certains dommages collatéraux soient inévitables) jusqu'à la réintégration socio-économique complète et à la réhabilitation complète des infrastructures socio-économiques de base détruites. La mise en place de ce mécanisme exige une volonté manifeste, une disponibilité des moyens financiers et techniques consistants, un apport de tous ainsi qu'une détermination hors du commun. Soulignons également que des besoins spécifiques doivent être pris en compte, notamment l'assistance aux personnes à risque d'exclusion. Ainsi par exemple lors des distributions des vivres et non vivres, des mesures spécifiques devront être pris pour des personnes à besoins spécifiques, comme de personnes handicapées: leur fournir de l'aide adaptée à leurs besoins, organiser des systèmes de livraison de l'aide à domicile, etc.

4.3.2 RENFORCER LA COOPERATION AVEC LES AUTRES ACTEURS

A lui seul, le CICR ne peut être à même d'atteindre ses objectifs par rapport au mandat qui lui est reconnu. Il coopère sans doute avec les autres acteurs tant locaux, nationaux qu'internationaux en leur fournissant un appui technique, financier, matériel, etc. Cependant, pour rendre encore plus efficaces ses interventions, nos enquêtés lui suggèrent de renforcer cette coopération afin de la rendre plus productive au profit des bénéficiaires. Pour les acteurs humanitaires internationaux particulièrement, il s'agit de prendre directement et régulièrement part aux mécanismes de coordination humanitaire où sont prises de dispositions nécessaires pour l'orientation de l'aide humanitaire. Le partage des outils de travail, des méthodologies, des logiques d'intervention et autres expériences sont indispensables pour une complémentarité mais aussi pour éviter de doublons dans la réponse humanitaire fournie sur le terrain. Il est indispensable que le CICR finance et travaille directement avec et à travers les structures locales pour permettre l'appropriation communautaire des actions menées sur le terrain.

4.3.3 AMELIORER LA COMMUNICATION SUR SES INTERVENTIONS

La Cellule de Communication du CICR a du pain sur la planche: travailler dur de manière à faire connaître le CICR par tous ainsi qu'à communiquer sur ses interventions. D'autant plus que le CICR travaille au profit des bénéficiaires, ces derniers ont le droit de savoir ce qui va se faire pour et avec eux. Les autres parties prenantes (acteurs humanitaires, autorités locales, membres de la société civile, etc.) ont également besoin d'être mis à jour par rapport aux interventions du CICR. En concret, le CICR doit:

- Mettre en place des moyens de communication sur ce qu'est le CICR et sur ses actions. Ces moyens doivent être accessibles à tous (y compris aux personnes à besoin spécifiques, particulièrement les personnes handicapées) et contenir l'essentiel d'information;
- Plus sensibiliser et éclaircir sa démarche et ses objectifs de collaboration avec les porteurs d'armes à toutes les parties prenantes;
- Revoir les méthodes de promotion du DIH, les renforcer et les adapter aux contextes locaux (théâtres participatifs, émissions radio, production des dépliants, concours des idées innovantes, gratification des hommes et femmes faisant preuve de respect du DIH sur le terrain, etc.);
- Eviter de tout considérer comme « sensible » au risque de cautionner la propagation des rumeurs négatives sur ses interventions, etc.

5 CONCLUSION

La question liée aux conflits armés à l'Est de la RDC et particulièrement au Nord-Kivu demeure préoccupante. Des effets néfastes à l'issue de ces conflits font plusieurs victimes aux besoins complexes et illimités. Plusieurs organisations tant locales, nationales qu'internationales viennent en appui au gouvernement pour faire face à cette situation, mais le CICR reste mieux placé, de par son mandat de promotion et de protection du DIH.

- Les éléments positifs constatés dans les interventions du CICR sont entre autres l'assistance multisectorielle aux victimes des conflits armés et des catastrophes, la transparence ainsi que la collaboration avec les autres acteurs;
- Les éléments à améliorer dans ces interventions sont entre autres la faible couverture des besoins des bénéficiaires, la faible communication sur son action ainsi que l'arrivée tardive de l'aide humanitaire;
- Les mécanismes proposés pour rendre plus efficaces ces interventions sont l'amélioration de la couverture des besoins des bénéficiaires, le renforcement de la coopération avec les autres acteurs ainsi que l'amélioration de la communication sur son action.

Somme toutes, les conflits armés au Nord-Kivu ne cessent de se multiplier, et l'état des victimes se dégrade de plus en plus. Il importe donc que les différents acteurs (gouvernement, ONG, OI, société civile, groupes armés, communauté internationale, populations concernées, etc.) prennent chacun ses responsabilités en mains en vue d'assurer le respect du DIH en faveur des personnes protégées.

REMERCIEMENTS

Aux Sieurs Daniel MUKUBI KIKUNI, Israel MUPIPI KIKUNI, Gabriel MENGE KIKUNI, Joseph BESHIKWABO BIKULO et à Madame Daphrose STEPHANIE LUKABYA dont la contribution tant technique, morale que spirituelle a été d'une importance capitale pour la réalisation de cette œuvre scientifique.

REFERENCES

- [1] Brusset, E., Peut-être la paix, Evaluation conjointe de prévention des conflits et construction de la paix en République Démocratique du Congo. Rapport synthèse, Channel research, Belgique, juin 2011.
- [2] BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES (UNOCHA), Plan de la Réponse Humanitaire 2017 – 2019 pour la RDC, décembre 2018.
- [3] CHILD RIGHTS INTERNATIONAL NETWORK, Conflits armés: lumière sur la République Démocratique du Congo, CRIN, s.l.n.d.
- [4] COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, Le CICR au Nord-Kivu, Faits et chiffres 2015, 1er janvier au 31 décembre 2015, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d.
- [5] COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, Le CICR en République Démocratique du Congo, Faits essentiels 2013, 1er Janvier – 31 Décembre 2016, Kinshasa, CICR, janvier 2017.
- [6] COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels 2017, 1er janvier au 31 décembre 2017, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, janvier 2018.
- [7] COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, Le CICR au Nord-Kivu, Faits essentiels, janvier - décembre 2018, Bulletin, CICR, Sous-délégation de Goma, s.d.
- [8] COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT-ROUGE, Le CICR en République Démocratique du Congo, Bulletin n° 1/2011, CICR, Kinshasa, s.d.

- [9] COMMISSION D'ENQUETE PARLEMENTAIRE BELGE SUR LA RDC, Rapport, s.l., 20 Février 2005.
- [10] GROUPE D'EXPERTS SUR LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, Lettre datée du 29 novembre 2011 adressée au Président du Conseil de Sécurité par la Présidente du Comité du Conseil créé par la Résolution 1533 (2004) concernant la République Démocratique du Congo, Conseil de Sécurité des Nations-Unies, New York, le 02 décembre 2011.
- [11] Le CICR [Online] Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%A9_international_de_la_Croix-Rouge, consulté le 13 août 2019.
- [12] Les conflits de l'Est de la RDC [Online] Available: www.jambonews.net/actualites/20140624-le-conflit-de-lest-de-la-republique-democratique-du-congo-un-fiasco-de-longue-duree-et-ses-lecons-pour-les-decideurs-regionaux, consulté le 8 août 2019.
- [13] Moctar Fall, F., Le Droit International Humanitaire et la protection des personnes fragiles par nature dans les conflits armés, mémoire de maîtrise en Relations Internationales, Université Gaston Berger.
[Online] Available: https://www.memoireonline.com/08/11/4647/m_Le-droit-international-humanitaire-et-la-protection-des-personnes-fragiles-par-nature-dans-les-confli0.html, consulté le 05 décembre 2019.
- [14] Nord-Kivu: le CICR distribue des vivres à près 16 000 déplacés à Buleusa.
[Online] Available: <https://www.radiookapi.net/mot-cle/cicr?page=3>, consulté le 27 août 2019.
- [15] RD du Congo: vives préoccupations quant au sort des blessés à Goma.
[Online] Available: <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/11-20-dr-congo-goma-fighting.htm>, consulté le 27 août 2019.
- [16] République démocratique du Congo: 6'000 familles retournées bénéficient d'une assistance dans le Nord-Kivu
[Online] Available: <https://www.icrc.org/fr/document/republique-democratique-du-congo-6000-familles-retournees-beneficient-dune-assistance-dans>, consulté le 27 août 2019.
- [17] République démocratique du Congo: des civils pris en étau dans le conflit est-congolais.
[Online] Available: <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/update/2012/congo-kinshasa-2012-07-02.htm>, consulté le 18 novembre 2019.
- [18] République démocratique du Congo: faits et chiffres, juillet à septembre 2012.
[Online] Available: <https://www.icrc.org/fr/doc/resources/documents/fact-figures/11-16-congo-kinshasa-rdc.htm>, consulté le 18 novembre 2019.
- [19] République Démocratique du Congo: des civils sous tension à Beni.
[Online] Available: <https://www.icrc.org/fr/document/rd-congo-des-civils-sous-tension-beni>, consulté le 27 août 2019.
- [20] République Démocratique du Congo: le CICR est préoccupé par les violences contre les populations civiles au Nord-Kivu
[Online] Available: <https://www.icrc.org/fr/document/republique-democratique-du-congo-le-cicr-est-preoccupe-par-les-violences-contre-les-civils>, consulté le 27 août 2019.
- [21] Stearns, J., et compagnons, Armée nationale et groupes armés dans l'Est du Congo. Trancher le nœud gordien de l'insécurité, Institut de la Vallée du Rift / Projet Usalama, Intype Libra Ltd, Londres, 2013.

Impact de la Covid-19 sur la stabilité des foyers des personnes handicapées en République Démocratique du Congo : Cas de la ville de Goma

Ngila Kikuni Ibrahim

Assistant, Université Officielle de Bukavu, RD Congo

Copyright © 2021 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 advent of Covid-19 caused the cessation of movements at the border between Rwanda and the DRC on Goma side, because of the lockdown imposed as a barrier to the spread of the pandemic. However, these movements allowed the survival of several people, in particular disabled people carrying out small activities there. Thus, several homes for people with disabilities were disturbed during the crisis, the householder being unable to meet the needs of his dependents, and himself becoming a burden for the family and society. Then, we suggest that both the government and humanitarian actors at local, national and international levels may implement support mechanisms for disabled people and their families in order to consolidate their homes. Finally, we want to see disabled people to think about other surviving strategies so that they may be able to face the consequences of the crisis.

KEYWORDS: Covid-19, disturbance, homes, occupation, disabled people.

RESUME: L'avènement de la covid-19 a occasionné la cessation des mouvements au niveau de la frontière entre le Rwanda et la RDC du côté de Goma, suite au confinement imposé comme mesure barrière à la propagation de la pandémie. Ces mouvements permettaient pourtant la survie de plusieurs personnes, notamment les personnes handicapées y exerçant de petites activités. Ainsi, plusieurs foyers des personnes handicapées ont été déstabilisés pendant la crise, le chef de ménage étant devenu incapable de répondre aux besoins de ses dépendants, et devenant lui-même une charge pour la famille et la société. D'où, nous suggérons que le gouvernement et les acteurs humanitaires tant locaux, nationaux qu'internationaux mettent en place de mécanismes d'appui aux personnes handicapées et leurs ménages afin de consolider les foyers de celles-ci. Que les personnes handicapées pensent également à développer d'autres stratégies de survie pour faire face aux conséquences de la crise.

MOTS-CLEFS: Covid-19, déstabilisation, foyers, occupation, personnes handicapées.

1 INTRODUCTION

En plus de conflits armés qui déstabilisent le pays depuis plusieurs décennies, la partie Est de la République Démocratique du Congo est touchée par de catastrophes naturelles (le cas de l'éruption volcanique dont la plus récente date de 2002), des épidémies (le paludisme, le choléra, etc.) ainsi que de pandémies (comme la maladie à virus Ebola et la covid-19). Ces situations impactent négativement sur les conditions socio-économiques des populations et déstabilisent les foyers. De manière plus particulière, les foyers tenus par les personnes handicapées subissent une déstabilisation qui ne dit pas son nom. Il est cependant amer de constater que la plupart d'acteurs humanitaires et les gouvernements ignorent la prise en compte des personnes handicapées dans les interventions mises en place.

Notons que, selon les estimations, quinze pourcent de personnes dans le besoin sont en situation de handicap¹ et que le taux de handicap est plus élevé pendant les situations de crises humanitaires, particulièrement en Afrique. Entre 1990 et 2009 par

¹ BUREAU DE COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES, *Aperçu des besoins humanitaires en République Démocratique du Congo*, UNOCHA, 2020, p. 39.

exemple, les conflits ont fait plus d'un million de morts et de handicapés² sur le continent Africain (...). L'Afrique a également connu une multiplicité d'épidémies et de pandémies jusque-là non maîtrisées. C'est le cas de la covid-19 dont les conséquences ont directement affecté, de manière négative, la situation socio-économique du continent. Si la situation a été compliquée pour les pays développés (le cas des Etats-Unis d'Amérique, de la France, de la Chine, etc.); elle a été plus critique pour les pays africains, dont la République Démocratique du Congo et en particulier la ville de Goma en province du Nord-Kivu. Dans cette partie du monde en effet, les personnes handicapées jouent un rôle important dans la stabilisation de foyers sous leur responsabilité. Par les différentes activités qu'elles exercent pour répondre aux besoins de leurs dépendants, elles contribuent énormément à la stabilité de la situation socio-économique de leurs foyers.

Outre l'introduction, deux points constituent cette réflexion. D'une part, les notions sur la covid-19 et le handicap. Ici, nous essayons de comprendre la covid-19, ses origines, symptômes ainsi que sa prévention / traitement. Nous essayons également de définir le handicap et d'en donner les types. D'autre part, la covid-19 et les foyers des personnes handicapées. Dans ce point, nous essayons de comprendre comment la covid-19 impacte négativement la stabilité des foyers des personnes handicapées exerçant de petites activités au niveau de la frontière entre le Rwanda et la RDC à Goma. Une conclusion assortie de recommandations clôt cette petite analyse.

2 NOTIONS SUR LA COVID-19 ET LE HANDICAP

2.1 LA COVID-19: DEFINITION, SYMPTOMES, PREVENTION ET TRAITEMENT

La covid-19 domine l'actualité mondiale depuis plusieurs mois maintenant, et ne cesse de prendre une ampleur très particulière, notamment dans les pays africains. Sa compréhension dépend de chacun. Même les chercheurs en médecine ne sont pas unanimes sur la vraie définition, les vraies causes, symptômes et même le traitement de cette pandémie.

2.1.1 DEFINITION, SYMPTOMES ET PREJUGES AUTOUR DE LA COVID-19

La Covid-19 est un nouveau virus qui est présent chez les animaux et chez les humains. Il est contagieux et facile à propager si nous ne respectons pas les mesures préventives³. En référence à « *Coronavirus Disease 2019* », la covid-19 est une maladie provoquée par un virus de la famille des *Coronaviridae*, le SARS-CoV-2. Il s'agit d'une maladie infectieuse, une zoonose dont l'origine est encore débattue, qui a émergé en décembre 2019 dans la ville de Wuhan, dans la province du Hubei en Chine. Cette maladie s'est rapidement propagée, d'abord dans toute la Chine, puis à l'étranger provoquant une épidémie mondiale. La Covid-19 est une maladie respiratoire mortelle chez les patients fragilisés par l'âge ou une autre maladie chronique. Elle coagule le sang entraînant une thrombose et le sang ne circule plus et n'oxygène plus le cœur et les poumons. Elle se transmet par contact rapproché avec des personnes infectées (contamination directe) à travers de gouttelettes respiratoires lorsqu'une personne tousse ou éternue; ou encore par contact avec des objets contaminés, non désinfectés. La maladie pourrait aussi être transmise par des patients asymptomatiques mais les données scientifiques manquent pour en attester avec certitude. Parmi les symptômes de la Covid-19, l'on note généralement la fièvre, une toux sèche, l'essoufflement ainsi que de difficultés respiratoires.

Plusieurs préjugés ont été développés notamment en Afrique, autour de la considération et de la compréhension de la covid-19. Dans cette logique, la covid-19 vient continuer et renforcer des plans macabres, déclenchés à travers d'autres fléaux (dont la célèbre maladie à virus Ebola) pour un objectif bien précis. Elle constitue une arme développée par une oligarchie pour plusieurs objectifs:

- **Contrôler les effectifs des habitants de la terre:** le globe terrestre connaît une explosion démographique dangereuse (particulièrement l'Afrique et l'Asie), il importe de contrôler l'effectif des habitants. Différents mécanismes ont été essayés (principalement la fameuse planification des naissances, les conflits armés et génocides, etc.) mais sans succès. D'où, il faut créer de virus et maladies qui déciment en grande quantité et dans un temps record, les populations du monde. Ceci permet à même temps d'éviter d'importants dégâts matériels (destruction des infrastructures, pollution de l'environnement, etc.) qui se produisent en recourant aux armes à feu. La covid-19 fait partie de ce plan et vient contribuer à l'atteinte de cet

² BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, *Prévention et résolution des conflits violents et armés, Manuel de formation à l'usage des organisations syndicales*, Genève, BIT, s.d., p. 12

³ MINISTERE DE LA SANTE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, *Messages standardisés sur la covid-19 en RDC*, version # 3, Programme National de Communication pour la Promotion de la Santé (PNCPS) / Commission Communication de la Riposte Covid-19, 2020, p. 3.

objectif. Si le contrôle des effectifs n'est pas atteint, au moins il y a un autre plan, celui d'arriver à contrôler les survivants, les gérer, les manipuler comme dans une nouvelle forme d'esclavagisme.

- **Assurer le contrôle effectif des survivants et faciliter l'opérationnalisation de la marque de la bête:** à travers de mécanismes qui seront développés dans le cadre de la riposte contre la covid-19, il sera établi un contrôle de survivants de la terre. De micro puces électroniques conçus qui seront placés dans les corps des individus (sous-cutané) à travers de vaccins et traitements contre la covid-19; donneront la possibilité de contrôler chaque individu (sa position en temps réel, ses avoirs, ses activités dans tous les domaines, etc.) qui qu'il soit et où qu'il soit. C'est plus que même de l'esclavage (...). Ce sont à même temps ces micro puces qui contiennent la marque de la bête (666).
- **Enrichir une oligarchie:** il existerait une oligarchie dont à la tête se trouve l'américain Bill Gates avec sa Fondation, et qui utiliserait plusieurs plans pour s'enrichir. La covid-19 fait partie de ce plan. Elle enrichit à la seconde, par une somme d'argent difficile à comptabiliser. En effet, la recherche scientifique paie énormément dans les pays développés. La découverte d'une maladie ou d'un virus fait entrer de millions et de milliards de dollars. De laboratoires obtiennent de financements costaux pour leurs recherches. Lorsqu'une maladie ou un virus est découvert (e), de moyens sont également mis en jeu pour chercher à le (la) combattre. Ainsi, les explorateurs des tests, du vaccin ou du traitement contre la maladie ou le virus sont à même de s'enrichir très facilement et à la seconde. A en croire plusieurs sources (dont de recherches en médecine), le vaccin n'a jamais été efficace. Il s'agit d'une autre forme de « génocide sanitaire »⁴. « Nos grands-parents n'étaient pas vaccinés mais vivaient très longtemps et étaient très féconds, en bonne santé sur tous les plans ». Nos enfants qui aujourd'hui ont les « soins nécessaires, notamment toutes les vaccinations » meurent trop jeunes, nos femmes et filles accouchent par césarienne (cas qui étaient très rares dans le temps) et d'autres sont devenues stériles de jeunes sont affaiblis avant l'âge sur tous les plans (physique, intellectuel ...), etc. Le vaccin n'est pas le seul à contribuer à cela bien sûr (mais y jouerait un grand rôle), il existe d'autres paramètres tels les régimes alimentaires, la pollution de l'environnement, etc. Et les concepteurs du vaccin nous disent clairement que le vaccin contient en soi les germes de la maladie qu'ils visent à prévenir. C'est en ce sens que certaines personnes ont succombé juste après avoir été vaccinées contre la Maladie à Virus Ebola; d'autres ont développé des effets secondaires graves.
- **Créer une situation de dépendance:** la covid-19 crée une crise mondiale, généralisée. Elle est un excellent moyen pour faire disparaître l'économie réelle au profit de l'économie virtuelle comme cela a été effectif en Grèce, etc. Lorsque les gens connaissent la dépossession totale de leur richesse, ils sont dans l'obligation de se courber auprès de l'oligarchie et par conséquent subir les mesures génocidaires imposées. Les économies sont effondrées, même les Etats et les grandes firmes multinationales sont en déséquilibre. Il faut recourir aux aides et dons conditionnés (notamment par l'acceptation de la vaccination obligatoire généralisée) pour tenter non seulement de combattre la crise liée à la pandémie; mais également d'essayer de relever les économies tombées en faillite. Sans autres moyens de secours, les gouvernements des Etats sont obligés de céder (...). Cette situation frappe particulièrement les Etats Africains (dont la RDC) qui disposent de potentialités extraordinaires mais qu'ils ne savent pas transformer en richesses. Ils préfèrent demeurer dans la dépendance, tout obtenir de l'Europe, des Etats-Unis d'Amérique et de l'Asie.

2.1.2 LA PREVENTION ET LE TRAITEMENT DE LA COVID-19

Jusqu'à ce jour, aucun traitement ni vaccin n'a été officiellement jugé efficace contre la covid-19. Les chercheurs demeurent dans la phase de tâtonnement en proposant diverses solutions: des antibiotiques, des anti-inflammatoires (l'Apranax par exemple), des anticoagulant, l'aspirine, l'amodiaquine, la chloroquine, l'artémisia, etc. Le traitement dépend surtout de l'état clinique du patient: certains sont guéris juste en consommant de l'eau. D'où, la prévention à travers les mesures barrières, reste le moyen principal pour limiter la propagation du virus. Parmi les mesures barrières recommandées à ce sujet, il y a lieu de mentionner:

- **Le lavage fréquent des mains au savon ou avec une solution hydroalcoolique:** Comme dit plus haut, le virus se transmet principalement par contact d'une surface souillée (dont les mains jouent un grand rôle). Ainsi, le lavage fréquent des mains

⁴ Carmin, *prise de parole* [en ligne] sur <https://www.carminbook.com/christian-tal-schaller-vaccins-un-genocide-planetaire/>, consulté le 22 octobre 2020.

avec de l'eau propre et du savon ou autre solution hydroalcoolique permet de débarrasser les mains du virus, d'éviter de se contaminer et de contaminer les autres.

- **La distanciation sociale:** éviter les contacts rapprochés, comme faire la bise ou serrer la main, avec des personnes qui toussent ou éternuent. Il est conseillé de garder une distance d'au moins un mètre entre deux personnes afin d'éviter la contamination, notamment à travers les aérosols et autres liquides corporelles lorsqu'une personne tousse ou éternue.
- **Ne pas se toucher les yeux, le nez ou la bouche:** le virus se transmettant par inhalation, il est conseillé d'éviter de se toucher les yeux, le nez ou la bouche. En effet, si les mains sont souillées, il est trop facile que la personne soit infectée en touchant ses yeux, son nez ou sa bouche qui constituent de portes d'entrée du virus.
- **En cas de symptômes respiratoires et de fièvre, portez un masque et restez confinés pour ne pas contaminer votre entourage:** le port du masque est conseillé non seulement aux personnes malades mais aussi à celles saines. Le masque permet en effet, de barrer la route aux liquides extérieurs pouvant contaminer la personne. Il est également conseillé de se confiner, et éviter de sortir que quand cela est vraiment nécessaire.
- **Appeler son médecin et suivre ses instructions:** en cas de présentation des symptômes de la covid-19, il est conseillé de faire appel à son Médecin ou de se rendre dans une structure sanitaire indiquée. De traitements traditionnels et l'automédication sont déconseillés, au risque de propager le virus.

D'autres mesures conseillées sont entre autres: le confinement, l'isolement des cas suspects, la prise de température corporelle, l'évitement des attroupements, la désinfection des surfaces et autres lieux publics, le recours à la monnaie électronique en lieu et place de la monnaie papier, etc.

2.2 LE HANDICAP: DEFINITION ET TYPES

2.2.1 DEFINITION

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) donne une définition médicale du handicap en le considérant comme « un manque ou une anomalie durable ou transitoire, d'origine organique ou psychique provoquant une diminution essentielle ». Une définition plus adaptée est celle de la Convention relative aux droits des personnes handicapées qui entend par personne handicapée « une personne qui présente des incapacités physiques, mentales, intellectuelles ou sensorielles durables dont l'interaction avec diverses barrières peut faire obstacle à sa pleine et effective participation à la société sur la base de l'égalité avec les autres »⁵. Il ressort de cette définition que ce qui rend une personne handicapée n'est pas nécessairement la déficience dont elle souffre, mais plutôt son environnement, les différents obstacles l'empêchant à participer pleinement à la vie sociale au même pied d'égalité que les autres. Du moment que l'environnement est facilitateur (offre les conditions nécessaires à la pleine et effective participation à la vie sociale), bien qu'ayant une déficience, la personne n'est pas handicapée. C'est ainsi qu'en situation de déplacements internes, toute personne handicapée n'est pas nécessairement vulnérable. Sa vulnérabilité résulte des barrières auxquelles elle fait face lors des événements. Ces différentes barrières sont d'ordre institutionnel, comportemental, physique et communicationnel:

- Les stratégies et programmations humanitaires (particulièrement en situation de crise) ne tiennent pas compte des besoins spécifiques des personnes handicapées;
- Les Standards Humanitaires ne tiennent suffisamment pas compte des personnes handicapées. C'est le cas de la Convention de Kampala qui inclut la personne handicapée parmi les autres vulnérables⁶;
- La faible participation des personnes handicapées dans l'organisation de la réponse humanitaire (elles ne sont généralement pas associées lorsque des mesures sont arrêtées, ce qui fait que leurs besoins spécifiques ne sont pas pris en compte);
- Le gouvernement, les acteurs humanitaires et les communautés ne sont pas formés sur la prise en compte des besoins spécifiques des personnes handicapées (ils n'ont presque pas de statistiques sur le handicap).

⁵ Article 1^{er} de la Convention Internationale Relative aux Droits des Personnes Handicapées, 2006.

⁶ Article 9.2 (b) de la Convention de Kampala de 2009.

2.2.2 TYPES DU HANDICAP

Il existe plusieurs types du handicap: moteur, auditif, visuel, cognitif, psychique ou mental, etc. L'on inclut également les différentes maladies invalidantes parmi les types du handicap. Les images ci-dessous représentent ces différents types du handicap:



L'on parle également d'un "poly handicap", lorsque la personne présente plus d'un type de handicap au même moment. Nous avons dans ce type de handicap, de personnes ayant à la fois une association de différents types de handicap entraînant une restriction extrême de l'autonomie.

- *Le handicap physique ou moteur*: il s'agit de toute forme de handicap qui entraîne une atteinte partielle ou totale de la motricité notamment des membres supérieurs, inférieurs et / ou le tronc. Nous pouvons citer dans ce type, les personnes amputées de membres supérieurs ou inférieurs, de personnes paraplégiques (souffrant d'une paralysie des membres inférieurs), de personnes tétraplégiques (souffrant de la paralysie des quatre membres: supérieurs et inférieurs) et de personnes hémiplégiques (souffrant de la paralysie d'une moitié du corps). Les personnes handicapées physiques se heurtent généralement aux problèmes de prehension, de communication, de mobilité, etc.
- *Le handicap intellectuel*: ce type de handicap désigne une personne ayant une capacité sensiblement réduite de comprendre une information nouvelle ou complexe, d'apprendre et d'appliquer de nouvelles compétences. Il s'ensuit une aptitude diminuée à faire face à toute situation de manière indépendante (trouble du fonctionnement social) un phénomène qui commence avant l'âge adulte et exerce un effet durable sur le développement de la personne. Les personnes handicapées mentales ont de soucis d'avoir une attention soutenue, de lire les documents, de mémoriser les informations ou les apprécier, de se repérer dans l'espace, de coordonner les gestes, etc.
- *Le handicap psychique ou mental*: il s'agit ici d'une Personne qui a une maladie ou affection mentale qui perturbe le comportement de façon significative pour causer une souffrance psychique plus ou moins importante et rendre problématique la créativité, l'intégration sociale et professionnelle. Les déficiences psychiques concernent les troubles du fonctionnement de l'appareil psychique et influent donc principalement sur les sphères de la vie relationnelle, de la

communication, du comportement, etc. Les personnes handicapées mentales se heurtent à plusieurs difficultés dont le déficit d'adaptabilité à la vie en milieu ordinaire, la difficulté à entrer en relation avec autrui par une diminution ou une disparition des habiletés sociales, la difficulté dans la recherche de l'autonomie au niveau des diverses dimensions de la vie (logement, transport, occupation, relations sociales et communication, travail, etc.).

- *Le handicap sensoriel*: nous avons ici le handicap visuel (cécité et mal voyance, sont la perte partielle ou totale de la vision (couleur, lumière, tailles des lettres) et le handicap auditif (inexistence ou perte à des degrés variables de l'acuité auditive dès la naissance ou au cours de la vie).

Notre attention dans le cadre de cette réflexion est focalisée sur les personnes handicapées physiques et sensorielles exerçant des activités au niveau de la frontière entre la RDC et le Rwanda dans la ville de Goma, province du Nord-Kivu en République Démocratique du Congo.

3 LA COVID-19 ET LES FOYERS DES PERSONNES HANDICAPEES

3.1 L'APPORT DES PERSONNES HANDICAPEES À LA STABILITE SOCIO-ÉCONOMIQUE DE LEURS FOYERS

Pour la réalisation de cette étude, nous avons organisé un petit entretien avec quelques personnes handicapées comme échantillon. A ce sujet, vingt-cinq personnes handicapées dont huit femmes (soit trente-deux pourcent) et dix-sept hommes (soit soixante-deux) exerçant de petites activités au niveau de la frontière (grande et petite barrière) à Goma ont été interviewés. Parmi ces vingt-cinq interviewés, vingt et un (soit quatre-vingt-quatre pourcent) sont mariés avec de dépendants (des femmes et des enfants) et quatre (soit seize pourcent) sont de célibataires.

Dans leur vie quotidienne, les personnes handicapées connaissent de difficultés de toutes sortes. Elles sont non seulement victimes d'une discrimination sociale, mais subissent à même temps des injures, moqueries, mépris, manque de considération, etc. suite à leur état⁷. En RDC, les personnes handicapées connaissent de difficultés d'accès aux soins médicaux, à l'éducation, à la formation professionnelle, aux sports et loisirs adaptés, au soutien psychologique, à l'hygiène et l'alimentation saines⁸, etc. Pour surmonter ces difficultés, les personnes handicapées physiques et sensorielles de Goma et ses environs s'adonnent à certaines activités au niveau de la frontière: la facilitation de la traversée des marchandises sur tricycles à la douane; le déplacement des fardeaux sur la tête, aux épaules ou à la main; la facilitation aux passagers sur le remplissage des formalités aux services migratoires; la propreté des véhicules, bureaux et espaces d'étalage des marchandises; la quémade; etc. Ces différentes activités leur permettent de gagner de l'argent pour satisfaire à leurs propres besoins et de prendre en charge leurs dépendants; ce qui leur assure une certaine autonomie économique ainsi qu'une considération sociale.

En effet, pour minimiser le coût de dédouanement de leurs marchandises et opérer un transfert de risque lié aux tracasseries des services étatiques à la frontière; de petits commerçants transfrontaliers recourent à l'assistance par de personnes handicapées. Ils confient ainsi aux personnes handicapées de marchandises que ces dernières se chargent de faire traverser à la frontière, à faible coût, soit sur tricycle, soit en transportant au dos, sur la tête ou sur les épaules. D'autres petits commerçants qui tiennent de dépôts de marchandises non loin de la frontière, utilisent les personnes handicapées pour la propreté de ces dépôts, l'appui aux clients pour acheminer les colis jusqu'au niveau de leurs véhicules, etc. Après ces opérations, les personnes handicapées reçoivent un petit montant d'argent comme récompense pour le travail accompli. Petit soit-il, ce montant gonfle en fonction de courses et de clients par jour, et permet ainsi aux personnes handicapées de ravitailler sans souci leurs foyers en vivres et non vivres. Par ailleurs, d'autres personnes handicapées profitent de mouvements fréquents des populations à la frontière pour quémader. Rassemblés, de petits montants qu'ils perçoivent leur permettent à chaque fin de la journée, de gagner leur pain quotidien.

Signalons que plusieurs personnes handicapées sont de responsables de familles, et sont nombreuses, les personnes qui dépendent d'elles (femmes, enfants, amis, voisins, etc.). Le revenu tiré des activités qu'exercent les personnes handicapées à la frontière leur permettent de répondre aux besoins de tous les membres du foyer notamment en termes d'alimentation (nourriture), de scolarisation des enfants, des soins de santé pour les membres de la famille, de contribution aux œuvres sociales, du paiement de loyer pour la famille, etc. Cette situation contribue à la garantie de la stabilité des foyers des personnes

⁷ Atelier de revue du Plan de la Réponse Humanitaire en RDC, *Déclaration des personnes handicapées de Goma et Bukavu*, septembre 2019.

⁸ FEDERATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS DES PERSONNES VIVANT AVEC HANDICAP AU CONGO, *Analyse de la situation socio-économique des personnes handicapées en République Démocratique du Congo*, Rapport national de la FENAPHACO, 2014, pp. 8 & 9.

handicapées par l'établissement d'une entente familiale d'autant plus que le chef de ménage est en même de satisfaire les besoins primaires de leurs dépendants. Elle permet en plus aux personnes handicapées de développer une certaine autonomie; et de jouir d'une considération sociale grâce à l'appui moral, matériel et financier qu'elles apportent au bien-être de la société.

3.2 L'AVENEMENT DE LA COVID-19, UN FACTEUR DE DESTABILISATION DES FOYERS DES PERSONNES HANDICAPEES

Avant même la covid-19, nombreux sont les défis auxquels se heurtent les personnes handicapées en RDC: le manque d'une structure de Promotion et de Protection des Droits des Personnes Handicapées réellement efficace, d'une dynamique œuvrant pleinement pour une intégration effective des personnes en situation de handicap, la non application concrète des lois nationales existantes en la matière, ainsi que le défaut d'applicabilité des programmes et des mesures des différentes résolutions, des protocoles, des déclarations et des Conventions de l'organisation des Nations-Unies ont donné naissance à des vies très minables, misérables et à moitié mesure aux personnes handicapées⁹. Comme si cela ne suffisait pas, la pandémie liée à la covid-19 est venue s'ajouter à ces défis. En effet, la crise Covid-19 a fortement impacté les entreprises africaines¹⁰. Si les entreprises et les Etats qui ont de moyens et capitaux importants ont été négativement affectés par la crise de la covid-19; les individus, plus particulièrement les personnes handicapées ont été plus touchés. Avec l'avènement de cette crise, les activités au niveau de la frontière entre la RDC (Goma) et le Rwanda (Gisenyi) ont été paralysées. Jusque maintenant, pas de mouvements d'entrée ni de sortie, ce qui fait que les personnes handicapées qui vivaient de ces mouvements peinent actuellement pour leur survie. Une personne handicapée déclare: « depuis la covid-19, nos foyers sont devenus instables du fait que nous devenons une charge (...). Personnellement, ma femme m'a abandonnée pour un autre époux, un cordonnier qui est capable de répondre à ses besoins. Incapable de garder mes enfants, je les ai envoyés chez leurs grands-parents au village. Quand je tombe malade, je suis moi-même incapable de me procurer même de l'aspirine car n'ayant aucune source de revenu (...) »¹¹.

Le tableau ci-dessous reprend les difficultés majeures que connaissent les personnes handicapées suite à la pandémie covid-19 dans la ville de Goma:

Difficultés rencontrées	Fréquence	Pourcentage	Commentaire
Manque d'occupation	3	12	Ne connaissant autre chose à faire ou n'ayant pas de l'aptitude pour le faire, les personnes handicapées se retrouvent sans occupation du fait que leurs activités ont été paralysées par la cessation des mouvements à la frontière.
Dépendance sociale et mendicité	2	8	« Il nous arrive même de manquer à qui demander de l'appui, même le gouvernement et les organisations nous abandonnent », déclarent les personnes handicapées.
Abandon par les proches (famille, amis et connaissances)	11	44	« Plusieurs de nos familles ont été séparées. Particulièrement les femmes ne supportent pas la misère, elles s'en vont soit chez-elles auprès de leurs familles, ou se marient avec d'autres hommes ayant de moyens », déclare une personne handicapée. A une autre de renchérir: « les enfants ne nous respectent plus et passent plus de temps en dehors de la maison. Les amis nous abandonnent car n'ayant plus rien à obtenir de nous comme à boire, à manger, etc. ».
Manque de considération sociale	4	16	« Personne plus ne nous respecte, car nous sommes de 'vaut rien', nous n'avons rien à contribuer à la vie sociale ». « Qui va écouter même notre idée pendant que nous ne pouvons donner aucun appui matériel ou financier ? Même dans de réunions de famille ou des amis on ne nous associe plus ».
Exposition aux maladies et à la mort	5	20	La famine, l'absence des moyens pour accéder aux soins de santé, etc.
TOTAL	25	100	

⁹ FEDERATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS DES PERSONNES VIVANT AVEC HANDICAP AU CONGO, op. cit., p. 3.

¹⁰ Africa CEOs Survey, *Vers l'émergence d'un business model africain*, inédit, p. 7.

¹¹ Entretien avec Monsieur Jacques, Personne Handicapée physique, Goma, le 28 septembre 2020.

Il ressort de ce tableau, que la plus grande difficulté que connaissent les personnes handicapées suite à la covid-19 est l'abandon par les proches, représentant quarante-quatre pourcent d'enquêtés, soit onze personnes sur vingt-cinq. C'est ce qui nous a plus amené à confirmer que la covid-19 a un impact négatif sur la stabilité des foyers des personnes handicapées dans la ville de Goma. Sans occupation rentable en effet, les personnes handicapées sont considérées comme « charge » par la famille et par la société. Les petits montants quotidiennement gagnés grâce aux petites activités au niveau de la frontière leur permettent ainsi de faire face à ce défi, en contribuant activement aux charges familiales et sociales. Et lorsqu'elles sont incapables de le faire, les personnes handicapées voient leurs foyers déstabilisés du point de vue socio-économique: elles sont abandonnées par leurs épouses / époux, ne sont plus respectées par leurs dépendants ni prises en considération par les autres membres de la société, dont les amis et connaissances. C'est ici le manque de considération sociale, exprimé à seize pourcent par nos enquêtés comme difficulté majeure que connaissent les personnes handicapées suite à la pandémie covid-19 dans la ville de Goma. Faisons également remarquer qu'à vingt pourcent, nos enquêtés ont estimé que les personnes handicapées sont exposées aux maladies et à la mort. En effet, étant sans occupation (exprimé à douze pourcent); elles vivent la dépendance sociale et la mendicité (exprimé à huit pourcent), ce qui fait qu'elles ne sont plus capables de couvrir leurs besoins en soins médicaux, connaissent la faim et deviennent sous-alimentées avec pour risque final, le décès soit d'elles-mêmes, soit de leurs dépendants.

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nous venons de remarquer dans les lignes précédentes que la covid-19 a impacté négativement les foyers des personnes handicapées exerçant de petites activités au niveau de la frontière entre le Rwanda et la RDC au niveau de Goma, province du Sud-Kivu en RDC. Ces personnes qui, jadis étaient à mesure de répondre aux besoins élémentaires de leurs dépendants (comme le paiement du loyer, l'alimentation, la scolarisation des enfants, etc.); se sont malheureusement retrouvées dans une situation compliquée dès la cessation des activités au niveau de la frontière à la suite des mesures barrières imposées (dont le confinement). N'étant plus capables de répondre aux besoins des membres de leurs ménages car sans occupation par manque de mouvements au niveau de la frontière, les personnes handicapées ont vu leurs foyers déstabilisés. Selon les témoignages reçus lors de nos entretiens, certaines personnes handicapées ont été abandonnées par leurs femmes et leurs maris, d'autres par leurs enfants, amis et connaissances; d'autres encore ont vu leur considération sociale sensiblement affectée de manière négative car n'ayant plus de moyen pour contribuer aux charges sociales.

Au regard de cette situation, nous suggérons que le gouvernement et les acteurs humanitaires tant locaux, nationaux qu'internationaux mettent en place de mécanismes d'appui aux personnes handicapées et leurs ménages afin de consolider leurs foyers. Nous pouvons citer parmi ces mécanismes: les sensibilisations, l'octroi du cash, la distribution des vivres et non vivres, l'appui institutionnel aux regroupements des personnes handicapées, etc. Il est également important que les personnes handicapées pensent à développer d'autres stratégies de survie (notamment les activités génératrices de revenus, l'apprentissage de métiers, les associations de solidarité et de mutualité, etc.) afin de faire face aux conséquences de la crise. Pour se joindre à la FENAPHACO, nous recommandons que le gouvernement mette en place de mécanismes pour minimiser et au besoin éliminer les obstacles d'accès des personnes handicapées à des conditions de vie acceptables, ainsi que de travailler pour la restauration de l'autorité parentale au sein des familles¹².

¹² FEDERATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS DES PERSONNES VIVANT AVEC HANDICAP AU CONGO, *op. cit.*, p. 4.

REFERENCES

- [1] Africa CEOs Survey, Vers l'émergence d'un business model africain, inédit.
- [2] BUREAU DE COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES, Aperçu des besoins humanitaires en République Démocratique du Congo, UNOCHA, 2020.
- [3] BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, Prévention et résolution des conflits violents et armés, Manuel de formation à l'usage des organisations syndicales, Genève, BIT, s.d.
- [4] Carmin, prise de parole [Online] Available <https://www.carminbook.com/christian-tal-schaller-vaccins-un-genocide-planetaire/>, consulté le 22 octobre 2020.
- [5] Convention Internationale Relative aux Droits des Personnes Handicapées, Nations-Unies, 2006.
- [6] FEDERATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS DES PERSONNES VIVANT AVEC HANDICAP AU CONGO, Analyse de la situation socio-économique des personnes handicapées en République Démocratique du Congo, Rapport national de la FENAPHACO, 2014.
- [7] MINISTERE DE LA SANTE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, Messages standardisés sur le covid-19 en RDC, version # 3, Programme National de Communication pour la Promotion de la Santé (PNCPS) / Commission Communication de la Riposte Covid-19, 2020.

Les inégalités régionales d'accès au financement bancaire des TPME au Maroc

[Regional inequalities in access to bank financing for SME in Morocco]

Maroua Zouigui¹⁻²

¹Professor of Higher Education EHTP, Casablanca, Morocco

²Member of MASAFEQ Laboratory « Applied Methods in Statistics Actuarial Finance and Quantitative Economics », INSEA, Rabat, Morocco

Copyright © 2021 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 objective of this paper is to assess the strategy made by Morocco in terms of improving the access of SMEs to bank financing, particularly the reduction of regional inequalities. Thus, a model was estimated on a sample comprising 200 SMEs over the period 2005-2014. The financial constraints analyzed are the debt ratio, self-financing and the transparency. The results showed the persistence of disparities between regions in terms of access to bank financing. The SMEs located in the southern and eastern regions present notable constraints in accessing the credit market, unlike those located in the regions of Grand Casablanca, Rabat and the North. This inequality is mainly due to the specificities of the financial situation of the SMEs, as well as to the proximity of banking establishments which are concentrated in the central and northern regions. The consequences for these firms are the agency problems and information asymmetries as well as high additional financing costs.

KEYWORDS: Financing constraints, Advanced regionalization, Investment, Information asymmetry, panel data.

RESUME: Ce travail a pour objectif d'évaluer les efforts consentis par le Maroc en matière d'amélioration de l'accès des TPME au financement bancaire dont particulièrement la réduction des inégalités régionales. Pour ce faire, un modèle a été estimée sur un échantillon comportant 200 TPME sur la période de 2005 à 2014. Les contraintes financières analysées se manifestent essentiellement par le taux d'endettement, l'autofinancement et la transparence. Les résultats ont montré la persistance des écarts entre les régions en termes d'accès au financement des entreprises, dans la mesure où les firmes logées dans les régions du Sud et l'Oriental, présentent des contraintes notables d'accès au marché de crédit, contrairement à celles implantées dans les régions du Grand Casablanca, de Rabat, et du Nord. Cette inégalité est due aux spécificités de la santé financière des entreprises, ainsi qu'au facteur de proximité des établissements bancaires qui demeurent concentrés dans les régions du centre et le Nord, ce qui engendrent des problèmes d'agence et asymétries d'information ainsi que des coûts de financements externes élevés.

MOTS-CLEFS: Contraintes de financement, Régionalisation avancée, Investissement, Asymétrie d'information, données de panel.

1 INTRODUCTION

Depuis la libéralisation de la sphère financière durant les années 90, le Maroc s'est engagé dans une stratégie d'accompagnement des entreprises dont particulièrement les TPME pour promouvoir l'investissement, l'emploi des jeunes diplômés et le développement durable. L'importance de ce segment d'entreprise émane de son rôle de moteur de croissance économique. Selon de récentes études du Haut-commissariat au Plan (HCP), les TPME constituent l'équivalent de 98% du tissu

productif national et représentent plus de 50% des effectifs employés, 50% de l'investissement, 30% des exportations et 40% de la production.

La croissance et le développement des TPME dépend fortement d'un système financier transparent et efficient et d'une infrastructure solide permettant de relier les entreprises aux investisseurs, ainsi qu'à leurs fournisseurs et clients en ayant recours à des moyens technologiques modernes. Les initiatives et les efforts fournis par le gouvernement et les établissements de crédit au Maroc ont été concrétisés par la mise en place de programmes et plans stratégiques ayant pour objectif le soutien des TPME, notamment « mokawalati », « infitah », « imtiaz » et « rawaj », en adoptant une approche participative, où les directives instaurées sont chapeautées par les autorités monétaires et approuvées par les principaux représentants des secteurs privé et public. Aussi, d'autres sources de financement alternatives ont été mises en place dans le cadre du marché de crédit, tel que les institutions du microcrédit, le marché des capitaux, le capital-investissement, les réseaux Business-Angels, le crédit-bail et l'affacturage.

Pourtant, ce segment présente le plus de contraintes d'accès au financement bancaire. Les enquêtes établies par la Banque mondiale (2013) ont montré que 60% des entreprises ont recours à des sources de financement internes pour réaliser leurs investissements, 20% s'orientent vers les établissements bancaires, les 20% restantes s'approvisionnent des marchés des capitaux ou autres sources de financement. En comparant le Maroc à la région MENA, les indicateurs de financements demeurent relativement bon, dans la mesure où le financement interne des TPE et PME est estimé respectivement à 63% et 68,6% alors que la région MENA présente une moyenne de 72,7 %, quant au financement bancaire, celui-ci présente 23,4% bien que la région MENA ne dépasse pas le seuil de 14%. Ces conclusions incitent ainsi à approfondir les analyses et diagnostiques des causes qui freinent l'accès des TPME au financement dont la corruption, la transparence financière, le secteur informel, le taux d'imposition, l'incompétence de la main d'œuvre, la santé financière, le nombre d'années d'existence et la localisation géographique qui nous intéresse particulièrement dans le cadre de ce travail.

Selon Beck et al., (2006); Beck et Demirgüç-Kunt, (2006); Beck et al., 2008 et Pinar-Ardic et al., (2011), la localisation géographique est un facteur qui conditionne la performance de l'intermédiation bancaire. L'absence du facteur de proximité engendre des problèmes d'agence et asymétries d'information ainsi que des coûts de financements externes élevés. Beck et al., (2011) ajoutent aussi que les entreprises de taille réduite sont majoritairement sous-capitalisées et constituent donc des profils risqués. En s'inspirant de Heckman (1981), Mate et al., (2009) ont analysé les contraintes d'accès au financement des entreprises espagnoles localisées dans des zones de croissance économique différentes. La ville de Madrid est logée dans une zone développée en termes de productivité et croissance, tandis que Murcie est située dans une zone à faible développement. Ils constatent ainsi que les coefficients du modèle d'accès au financement appliqué sur les deux provinces sont différents. Ils concluent de ce fait que les contraintes financières sont dues essentiellement aux structures juridiques des provinces et non aux spécificités des entreprises. Quant à Matos et al., (2017), leur analyse porte sur l'inégalité d'accès au crédit des ménages entre les États brésiliens. Ils stipulent que les caractéristiques des ménages, principalement leur niveau de capital humain et de revenu, sont déterminantes pour un accès au système financier. A l'instar des résultats de Rajan et al., (2010), ils avancent que les états pauvres bénéficient d'une politique d'accroissement de crédit à travers des programmes de soutien notamment le microcrédit développé par la Bank of North.

Concernant le Maroc, les études empiriques traitant la problématique des contraintes de financement liés à la localisation géographique demeure rarissime. Ainsi, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact des inégalités régionales d'accès au financement bancaire des TPME. A l'instar des réflexions de Fazzari, Hubbard et Petersen (1988), l'approche adoptée repose sur une étude microéconomique s'intéressant aux impacts des changements structurels de la sphère financière sur les contraintes d'accès au financement par région. Pour ce faire, ce travail de recherche est organisé en trois parties. La première présente les fondements théoriques du modèle utilisé. La deuxième, quant à elle, expose les données ainsi que la méthodologie adoptée. Enfin, la dernière partie s'intéresse à une analyse empirique de l'impact des différentes réformes sur le niveau d'investissement des entreprises marocaines durant la dernière décennie par région. L'objectif étant de détecter celles où les difficultés d'accès aux financements persistent et proposer des pistes d'amélioration.

2 PRÉSENTATION DU MODÈLE

L'introduction et la modélisation des imperfections du marché ont été initiées par l'article de référence de Fazzari, Hubbard et Petersen (1988). Celui-ci a entraîné une série d'études microéconomiques s'intéressant aux impacts des changements structurels de la sphère financière sur les contraintes d'accès au financement. Ces modèles portent essentiellement sur l'estimation des modèles d'investissement néoclassiques, basés sur le Q de Tobin conformément à la théorie de profit, fondés sur le principe d'accélérateur, ou par le modèle dérivé de l'équation d'Euler. Le principe de ces modèles repose sur un comportement de maximisation de la valeur actualisée des profits futurs de la firme, avec l'introduction de manière ad hoc des variables financières sous forme de proxies pour contourner le problème d'adéquation empirique de ces modèles.

Une analyse comparative des différents modèles d'investissement en termes de prédiction et de performance a été établie par Oliner et al (1995). Ces derniers concluent que les modèles basés sur le Q de Tobin et accélérateur-profit, dits modèles traditionnels, sont jugés plus performants en termes de prédiction comparé au modèle dynamique déduit de l'équation d'Euler. Ainsi, l'approche adoptée pour la présente étude économétrique s'inspire des modèles traditionnels, particulièrement basé le principe accélérateur-profit. Le choix du modèle provient également de la disponibilité des données et la significativité de l'échantillon de l'étude, étant donné que le Q de Tobin intègre la notation de la valeur boursière de l'entreprise, ce qui retracerait l'étude empirique à un échantillon de 76 firmes, principalement des grandes entreprises qui ne présentent pas ou peu de contraintes pour accéder aux financements, et par conséquent aboutir à des conclusions restreintes et non significatives.

2.1 FORMULATION ET HYPOTHÈSES DU MODÈLE

Sous hypothèse que les dirigeants agissent conformément aux intérêts des actionnaires, et sont neutres vis-à-vis du risque. La valeur de l'entreprise (V_t) est égale à l'espérance conditionnelle à l'information disponible, de la somme actualisée des profits futurs.

$$V_t = E_t [\sum_{i=0}^{\infty} \beta_{t+i} \pi_{t+i}] \quad (1)$$

Avec E_t l'espérance conditionnelle, β_t le taux d'actualisation, et π_t le profit.

Le programme de maximisation peut s'écrire comme suit:

$$V_t(K_{t-1}) = \{ \text{Max } \pi(K_t, L_t, I_t) + E_t [\beta_{t+1} V_{t+1}(K_t)] \} \quad (2)$$

Où la fonction du profit s'écrit:

$$\pi_t = p_t F(K_t, L_t) - p_t G(I_t, K_t) - w_t L_t - p_t^I I_t \quad (3)$$

Avec $F(K_t, L_t)$ la fonction de production qui dépend du facteur de travail (L) et du capital (K_t). Elle est supposée homogène de degré un, avec $FK > 0$ et $FKK < 0$.

$G(I_t, K_t)$ représente la fonction du coût d'ajustement du niveau du capital. Elle est croissante et convexe par rapport à l'investissement avec $GI > 0$ et $GII > 0$, et supposée décroissante par rapport au capital $GK < 0$

p_t le prix de vente, w_t la rétribution du travail, L_t le facteur de travail, K_t le capital fixe, p_t^I le prix d'une unité de capital.

Le capital K_t évolue selon l'équation classique d'accumulation de capital

$$K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1} \quad (4)$$

Avec δ le taux de dépréciation du capital

Les équations des conditions de premier d'ordre du programme d'optimisation de la valeur de l'entreprise s'écrivent:

$$\left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_t + \left(\frac{\partial \pi}{\partial K} \right)_t + E_t \left[\beta_{t+1} \left(\frac{\partial V_{t+1}}{\partial K_t} \right) \right] = 0 \quad (5)$$

$$\left(\frac{\partial V_t}{\partial K_{t-1}} \right) = (1 - \delta) \left(\frac{\partial \pi}{\partial K} \right)_t + (1 - \delta) E_t \left[\beta_{t+1} \left(\frac{\partial V_{t+1}}{\partial K_t} \right) \right] \quad (6)$$

$$\left(\frac{\partial \pi}{\partial L} \right)_t = 0 \quad (7)$$

A l'équilibre, l'entreprise égalise la productivité marginale de son capital à son coût, en tenant compte des coûts d'ajustements, et actualisée au taux d'intérêt du marché. Ainsi l'équation caractérisant l'évolution de la valeur du capital se déduit des équations (5), (6) et (7)

$$\left(\frac{\partial V_t}{\partial K_{t+1}} \right) = -(1 - \delta) \left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_t \quad (8)$$

En réécrivant l'équation du premier ordre (5) tout en intégrant l'équation (8), un lien entre l'investissement de la période courante et celui de la période future s'établit:

$$(1 - \delta)E_t \left[\beta_{t+1} \left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_{t+1} \right] = \left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_t + \left(\frac{\partial \pi}{\partial K} \right)_t \quad (9)$$

Sous l'hypothèse d'anticipations rationnelles le terme anticipé est évalué en le remplaçant par la valeur observée avec un terme d'erreur ε_{t+1} où $E(\varepsilon_{t+1}) = 0$

Ainsi l'équation devient:

$$(1 - \delta) \left[\beta_{t+1} \left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_{t+1} \right] = \left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_t + \left(\frac{\partial \pi}{\partial K} \right)_t + (1 - \delta)\varepsilon_{t+1} \quad (10)$$

Une réécriture de l'équation ci-dessus permet de mettre en exergue une condition liant le niveau d'investissement courant à celui de la période passée et au revenu marginal du capital.

$$\left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_t = \frac{1}{(1-\delta)\beta_t} \left(\frac{\partial \pi}{\partial I} \right)_{t-1} + \frac{1}{(1-\delta)\beta_t} \left(\frac{\partial \pi}{\partial K} \right)_{t-1} + \frac{1}{\beta_t} \varepsilon_t \quad (11)$$

Pour passer de l'équation sous la forme structurelle à un modèle testable économétriquement, il est nécessaire de spécifier la forme de la fonction du coût d'ajustement. Une forme largement utilisée introduite par Summers (1981) a été adoptée et se présente comme suit:

$$G(I_t, K_t) = \frac{\theta}{2} \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^2 K_t \quad (12)$$

Avec θ un paramètre reflétant l'importance des coûts d'ajustement.

La spécification de cette fonction d'ajustement dans l'équation (10) permet d'aboutir à une forme testable réduite de l'équation d'investissement.

Ainsi, sous l'hypothèse d'absence de contraintes de crédits, les décisions d'investissement de la firme à l'instant (t) sont indépendantes de sa structure financière, et ne dépendent que de leurs niveaux d'investissement et du revenu marginal du capital à l'instant (t-1). L'équation d'investissement de type accélérateur s'écrit:

$$\left(\frac{I}{K} \right)_{i,t} = \alpha_1 \left(\frac{I}{K} \right)_{i,t-1} + \alpha_2 \left(\frac{Y}{K} \right)_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

En revanche, l'hypothèse d'indépendance est rejetée en présence de contraintes financières endogènes tel que l'asymétrie d'information, ou exogènes à travers des politiques interventionnistes du gouvernement. En effet, les entreprises se trouvent face à des situations de difficulté d'accès au financement, par conséquent leur investissement dépendra fortement des variables bilanciellles, notamment, leur capacité d'autofinancement, leur niveau d'endettement et leur résultat d'exploitation.

Dans le cadre de cette étude, deux types de contraintes ont été prises en considération; l'existence d'asymétrie d'information, et le plafonnement d'endettement. Ainsi, deux hypothèses sont à tester:

Premièrement, sous hypothèse d'existence de problèmes importants d'asymétrie d'information, les entreprises ne pourront pas ou peu accéder à des prêts, et donc seront orientées à autofinancer leurs projets d'investissements. Dans ce cas, l'investissement de la firme dépendra de sa capacité d'autofinancement.

Deuxièmement, si l'entreprise est fortement endettée, l'accès aux ressources externes sera plus onéreux et donc limité voire nul, ce qui va réduire son niveau d'investissement. En effet, les entreprises ayant un niveau d'endettement très important sont fréquemment exclues du marché du crédit, et sont considérées non éligibles et trop risquées. En cas d'acceptation de l'emprunt, les établissements de crédit imposent des primes de risques supplémentaires, et peuvent même exiger des couts d'audit pour se prémunir contre l'insolvabilité de la contrepartie. Ainsi, pour les entreprises contraintes, une relation négative devra s'illustrer entre l'investissement et le niveau d'endettement. Ce dernier est représenté par les dettes totales de la firme rapporté à son stock de capital.

Compte tenu de ces deux hypothèses, l'équation d'investissement de type accélérateur alimentée par les variables financières s'écrit comme suit:

$$\left(\frac{I}{K}\right)_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \left(\frac{I}{K}\right)_{it} + \alpha_2 \left(\frac{Y}{K}\right)_{it-1} + \alpha_3 \left(\frac{CAF}{K}\right)_{it-1} + \alpha_4 \left(\frac{D}{K}\right)_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

Pour tout $i=1...n$ et $t=1..T$ avec les notations suivantes:

$\left(\frac{I}{K}\right)_{it}$ Le taux d'accumulation du capital de l'entreprise à l'instant t où I désigne l'investissement qui représente les immobilisations nettes de l'entreprise, et K le stock de capital

$\left(\frac{Y}{K}\right)_{it-1}$ Le ratio de la production sur le stock du capital de l'entreprise i à l'instant $t-1$, où Y représente le chiffre d'affaires

$\left(\frac{CAF}{K}\right)_{it-1}$ Le ratio de la capacité d'autofinancement sur le stock du capital de l'entreprise i à l'instant $t-1$, où CAF représente la capacité d'autofinancement

$\left(\frac{D}{K}\right)_{it-1}$ Le ratio des dettes du court, moyen et long termes sur le stock du capital de l'entreprise i à l'instant $t-1$

ε_{it} le terme d'erreur de l'entreprise i à l'instant t

3 DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE ÉCONOMÉTRIQUE

L'échantillon constitué porte sur une période de dix ans s'étalant de 2005 à 2014, et comporte 200 entreprises avec des informations aussi bien financières que signalétiques. En adoptant la segmentation réglementaire par taille de chiffre d'affaire conformément à la circulaire de Bank Al Maghreb 8G/Annexe2, une TPME est une entreprise dont le chiffre d'affaire est inférieur à 175 millions de dirhams.

En absence d'effectif suffisant dans l'ensemble des régions, un regroupement des 12 régions en 5 macro-régions s'est avéré nécessaire pour aboutir à des fins concluantes. Ainsi la région de Casablanca comporte la région Casablanca-Settat, la région du Nord englobe la région Tanger- Tétouan, la région de l'Oriental est représentée par l'Oriental et Rif, la région de Rabat regroupe les régions Fès-Meknès et Rabat-Salé-Kénitra. Enfin la région du Sud se compose des régions Béni Mellal-Khénifra, Marrakech-Safi, Drâa-Tafilalet, Souss-Massa, Guelmim-Oued Noun, Laâyoune-Saguia al Hamra et Ed-Dakhla-Oued edDahab. Ainsi nous allons tester le modèle sur cinq macro-régions.

La démarche statistique utilisée consiste à appliquer la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) sur des données de panel. Ensuite des analyses d'autocorrélation en utilisant LM test, de l'hétéroscédasticité à travers le test Breush-Pagan, et de normalité de la distribution des résidus par le biais du test Jarque-Bera sont faites pour confirmer la robustesse des modèles estimés. Et enfin, le test d'Hausman a été effectué pour déterminer lequel des modèles est le plus approprié soit le modèle à effet individuel fixe ou à effet aléatoire.

4 RÉSULTATS

Les résultats des estimations ont permis de constater que les cinq zones géographiques présentent des contraintes à l'accès aux financements distinctes (tableau 1). Les entreprises s'installant dans la région du Sud, vérifient les deux hypothèses du modèle, où leurs investissements dépendent fortement de leurs structures financières et présentent des difficultés pour l'accès aux prêts bancaires. De même pour les entreprises de la région de l'Oriental, celles-ci présentent les mêmes contraintes. Toutefois, la dépendance est moins importante entre leur investissement, et leurs niveaux d'endettement bancaires et de structures financières qui présentent une significativité à un seuil de 10%. Inversement, les firmes implantées dans les régions du Grand Casablanca, de Rabat, et du Nord ne sont pas contraintes, elles contredisent la première et deuxième hypothèses. Leurs investissements ne dépendent ni de leurs capacités d'autofinancement, ni de l'endettement bancaire.

Ces constats affirment que la santé financière de l'entreprise, les facteurs de proximité aux établissements de crédit et de pénétration bancaires jouent un rôle déterminant dans l'amélioration de l'accès au financement. Ce dernier est concentré dans les régions du centre et du Nord. Cependant, les autorités monétaires devraient inciter davantage les établissements bancaires pour élargir leurs réseaux dans les diverses zones du pays conformément au programme de régionalisation avancée dans le but d'encourager le recours aux services bancaires.

Tableau 1. Résultats des estimations

	$\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-1}$	$\left(\frac{Y}{K}\right)_{i,t-1}$	—	$\left(\frac{CAF}{K}\right)_{i,t-1}$	$\left(\frac{D}{K}\right)_{i,t-1}$	Constante	R^2
Oriental	0.241026*** (0.0000)	0.009850** (0.0374)		0.060663* (0.0624)	0.009712* (0.0850)	3.963911*** (0.0000)	0.49
Sud	-0.810901*** (0.0000)	0.047363*** (0.0000)		0.343199*** (0.0000)	0.302204*** (0.0000)	8.684468*** (0.0000)	0.89
Nord	0.486092*** (0.0000)	0.102073*** (0.0000)		0.034695 (0.6690)	0.056371 (0.3480)	1.675787** (0.02072)	0.53
Rabat	0.209161*** (0.0000)	0.124170*** (0.0000)		0.034265 (0.4443)	-0.052113 (0.1910)	0.708573** (0.0218)	0.68
Casablanca	0.162492*** (0.0000)	0.008845 (0.9898)		5.86E-05 (0.9996)	0.008986 (0.9981)	1.83328 (0.2693)	0.72

Estimation de la fonction d'investissement par localisation géographique sur la période 2005-2014. Coefficients statistiques significatifs à 1%***, 5%** et 10%*

5 CONCLUSION

D'un point de vue théorique, les recherches traitant la problématique d'accès au financement des TPME ont mis l'accent l'importance économique de ce segment et son impact positif sur la croissance, l'employabilité des jeunes diplômés et la création de la valeur ajoutée. Toutefois, des contraintes d'accès au financement ont été relevées, notamment les facteurs de proximité, l'asymétrie d'information et la santé financière des entreprises de taille réduite.

Pour analyser l'impact de la localisation géographique sur l'accès au financement des TPME, une étude économétrique transversale par région a permis d'estimer l'impact des diverses actions mises en place pour accompagner les entreprises implantées dans les zones géographiques peu développées. Ces réformes ne semblent pas atteindre leurs objectifs, du fait que les investissements des entreprises s'installant dans la région du Sud, dépendent fortement de leurs structures financières et présentent des difficultés pour l'accès aux prêts bancaires. De même pour les entreprises de la région de l'Oriental, qui présentent les mêmes contraintes, mais leur dépendance est moins importante comparées à celles de la région Sud. En revanche, les entreprises implantées dans les régions du Grand Casablanca, de Rabat, et du Nord ne sont pas contraintes financièrement et leurs investissements ne dépendent ni de leurs capacités d'autofinancement, ni d'endettement bancaire. Subséquemment, les spécificités de l'entreprise, les facteurs de proximité et asymétries d'information impactent fortement l'investissement des TPME qui présentent toujours des difficultés pour accéder aux crédits bancaires.

Somme toute, certains aspects restent à améliorer, notamment, la collecte des données du segment des TPME, qui se manifeste par l'absence d'un observatoire ou de bases de données qui centralisent toutes informations concernant ce segment. Le renforcement des droits des crédits, exprimé par la réticence des banques dans leurs stratégies d'allocation et l'accroissement des taux de refus de crédit, et donc d'entreprises contraintes, particulièrement pour certains secteurs jugés en difficulté. La diminution des exigences des garanties, qui demeurent la pièce maitresse pour acquérir un prêt auprès des institutions financières. Et enfin, l'instauration d'une stratégie nationale pour promouvoir l'éducation financière des entrepreneurs et inciter davantage à la régionalisation, et ce pour assouplir les conditions d'accès au financement dans les zones peu développées, sensibiliser les investisseurs et les encourager à user de toutes sources de financement bancaires ou alternatives.

Enfin, concernant les prolongements potentiels de ce travail, il semblerait pertinent d'étendre ces réflexions au niveau du commerce extérieur qui présente une part grandissante du PIB national. L'objectif étant d'analyser l'impact des changements structurels de la sphère financière et la politique de régionalisation sur l'accès au financement des entreprises exportatrices ou importatrices par région et évaluer leurs investissements par nature d'activité dans le but de détecter leurs faiblesses, répondre à leurs besoins spécifiques et les accompagner pour atteindre des niveaux d'investissement optimaux. Ce dispositif devrait permettre incontestablement d'alléger le déficit de la balance commerciale.

REFERENCES

- [1] Beck, T. Demirgüç-Kunt, A. Levine, R. (2009), «Financial Institutions and Markets across Countries and over Time». Policy Research Working Paper. N 4943.
- [2] Cho Yoon Je (1986), «Inefficiencies from Financial Liberalization in the Absence of Well-Functioning Equity Markets», *Journal of Money, Credit and Banking*, vol 18, n°2, mai, pp. 191-9.
- [3] De la Torre A., Martínez Pería. M, Schmukler. L (2010), «Bank involvement with SMEs: Beyond relationship lending». *Journal of Banking & Finance*. World Bank, 1818 H St., NW, Washington, DC 20433, United States.
- [4] Devereux, M., Schiantarelli, F., (1990), «Investment, financial factors and cash flow from U.K. panel data». In: Hubbard, R.G. (Ed.), *Information, Capital Markets and Investment*. University of Chicago Press, Chicago.
- [5] Diaz-Alejandro, C.Q (1985), «Good-Bye Financial Repression, Hello Financial Crash», *Journal of Development Economics*, vol 19, n°1-2, pp. 1-24.
- [6] Dornbush, R. et Reynoso, A. (1989), «Financial Factors in Economic Development», *American Economic Review*, vol 79, n°2, mai, pp. 204-9.
- [7] Fazzari S.M., R.G. Hubbard et B.C. Petersen, (1988), «Financing constraints and corporate investment», *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 141-195.
- [8] Fry, M.J. (1988), «Money, Interest, and Banking in Economic Development», The John Hopkins University Press, Baltimore.
- [9] Gallego, F., Loayza, N., (2000), «Financial structure in Chile: macroeconomic developments and microeconomic effects». Working Paper, vol. 75. Banco Central de Chile, Chile.
- [10] Gelos, G., Werner, A., (1999), «Financial liberalization, credit constraints and collateral: investment in the Mexican manufacturing sector». IMF Working Paper, vol. 25. IMF, Washington DC.
- [11] Greenwood, Jeremy & Smith, Bruce D., (1997), «Financial markets in development, and the development of financial markets», *Journal of Economic Dynamics and Control*, Elsevier, vol. 21 (1), pages 145-181, January.
- [12] Harris, J.R., Schiantarelli, F., Siregar, M.G., (1994), «The effect of financial liberalization on the capital structure and investment decisions of Indonesian manufacturing establishments». *World Bank Economic Review* 8, 17-47.
- [13] Hoshi T., A. Kashyap et D. Scharfstein, (1990), «Bank monitoring and investment: evidence from the changing structure of Japanese corporate bank relationships», in *Asymmetric Information, Corporate Finance, and Investment*. Edité par R.G.
- [14] Jaramillo, F., Schiantarelli, F., Weiss, A., (1994), «Capital market imperfections before and after financial liberalization: an Euler equation approach to panel data for Ecuadorian firms». *Journal of Development Economics* 51, 367-386.
- [15] Jensen, M. et W. Meckling, (1976), «Theory of the firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure», *Journal of Financial Economics*, 3, p.305-350.
- [16] Joumady, O. (1999), «Libéralisation financière, rationnement de crédit et investissements des entreprises marocaines». *Revue Région et Développement* n 9-1999.
- [17] Kapur, B (1976), «Alternative Stabilization Policies for Less-Developed Economies», *Journal of Political Economy*, vol 84, n°4, août, pp. 777-795.
- [18] Kapur, B (1983), «Optimal financial and Foreign-Exchange Liberalization of Less Developed Economies», *Quarterly Journal of Economics*, vol 98, n°1, février, pp. 41-62.
- [19] Laeven, L., (2003), «Financial liberalization and financing constraints: evidence from panel data on emerging economies». World Bank Policy Research Working Paper, vol. 2467. World Bank, Washington DC.
- [20] Lintner, J., (1965), «The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Capital Budgets», *The Review of Economics and Statistics*. February 1965, p.13-37.
- [21] Levine R., (1996), «Financial sector policies. Analytical framework and research agenda», in *Financial Development and Economic Growth. Theory and experiences from developing countries*, Edité par N. Hermes et.
- [22] R. Lensink, Routledge, London and New York, 161-191.
- [23] Love, I., (2003), «Financial development and financing constraints: international evidence from the structural investment model». *Review of Financial Studies* 16, 765-791.
- [24] Markowitz, H., (1952), «Portfolio Selection», *The Journal of Finance*, vol.7, No. 1, pp. 71-91. March 1952.
- [25] McKinnon, R.I (1973), «Money and Capital in Economic Development», The Brookings Institution, Washington DC.
- [26] Modigliani F. et M.H. Miller, (1958), «The cost of capital, corporation finance and the theory of investment», *American Economic Review*, 48 [3], 261-297.
- [27] Myres S.C. et N.S. Majluf, (1984), «Corporate investment and investment decisions when firms have information that investor do not have», *Journal of Financial Economics*, 13, 187-221.
- [28] Oliner, Stephan, Glenn, (1996), «Monetary Policy and Credit Conditions: Evidence from the composition of external finance», *American Economic Review*. March 1996, pp. 300.

- [29] Park, Y.C (1993), «The Role of Finance in Economic Development in South Korea and Taiwan», in Finance and Development: Issues and Experience, ed. by A. Giovannini, CEPR, Cambridge University Press, Cambridge.
- [30] Rajan, R.G., Zingales, L., (1998), « Financial dependence and growth». American Economic Review 88, 559– 586.
- [31] Sharpe, W., (1964), «Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk», Journal of Finance. September 1964, p.725-742.
- [32] Sharpe.F.W, (1966), «Security Prices, Risk, And Maximal Gains From Diversification: Reply, »Journal of Finance, American Finance Association, vol. 21 (4), pages 743-744, December.
- [33] Shaw, E.S (1973), «Financial Deepening in Economic Development», New-York, Oxford University Press.
- [34] Stiglitz J.E. et A. Weiss, (1990), «Banks as social accountants and screening devices for the allocation of credit», Greek Economic Review, 12, Supplement, 85-118.
- [35] Stiglitz, J.E et Weiss, A. (1981), «Credit Rationing in Markets with Imperfect Information», American Economic Review, vol 71, n°3, juin, pp.393-410.
- [36] Banque mondiale (2014), « Indicateurs de développement de la Banque mondiale », World Data Bank.
- [37] Bank Al Maghrib (2013), Lettre circulaire relative au programme de soutien au financement des très petites, petites et moyennes entreprises.
- [38] Rapport annuel sur la supervision bancaire Bank Al Maghrib (2016), (2014).

